



# Siuntion Syvälammen kunnostussuunnitelma

Siuntion kuntakohtainen järvikunnostusohjelma

ANNE-MARIE HAGMAN







# **Siuntion Syvälammen kunnos- tussuunnitelma**

Siuntion kuntakohtainen järvikunnostusohjelma

Anne-Marie Hagman

ISBN 978-952-257-488-6 (PDF)

ISSN-L 2242-2846

ISSN 2242-2854 (verkkojulkaisu)

Julkaisu on saatavana vain verkkojulkaisuna:

<http://www.ely-keskus.fi/uusimaa/julkaisut> ja [www.doria.fi/ely-keskus](http://www.doria.fi/ely-keskus)

<http://www.ely-centralen.fi/nyland/publikationer> och [www.doria.fi/ely-centralen](http://www.doria.fi/ely-centralen)

Taitto: Anne-Marie Hagman

Kansikuva: Syvälammen kalliorantaa kesällä 2011, Anne-Marie Hagman

Valokuvat: Anne-Marie Hagman

Kartat: Anne-Marie Hagman © Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/11, Affecto Finland Oy, Karttakeskus, Lupa L4659.

# Sisällys

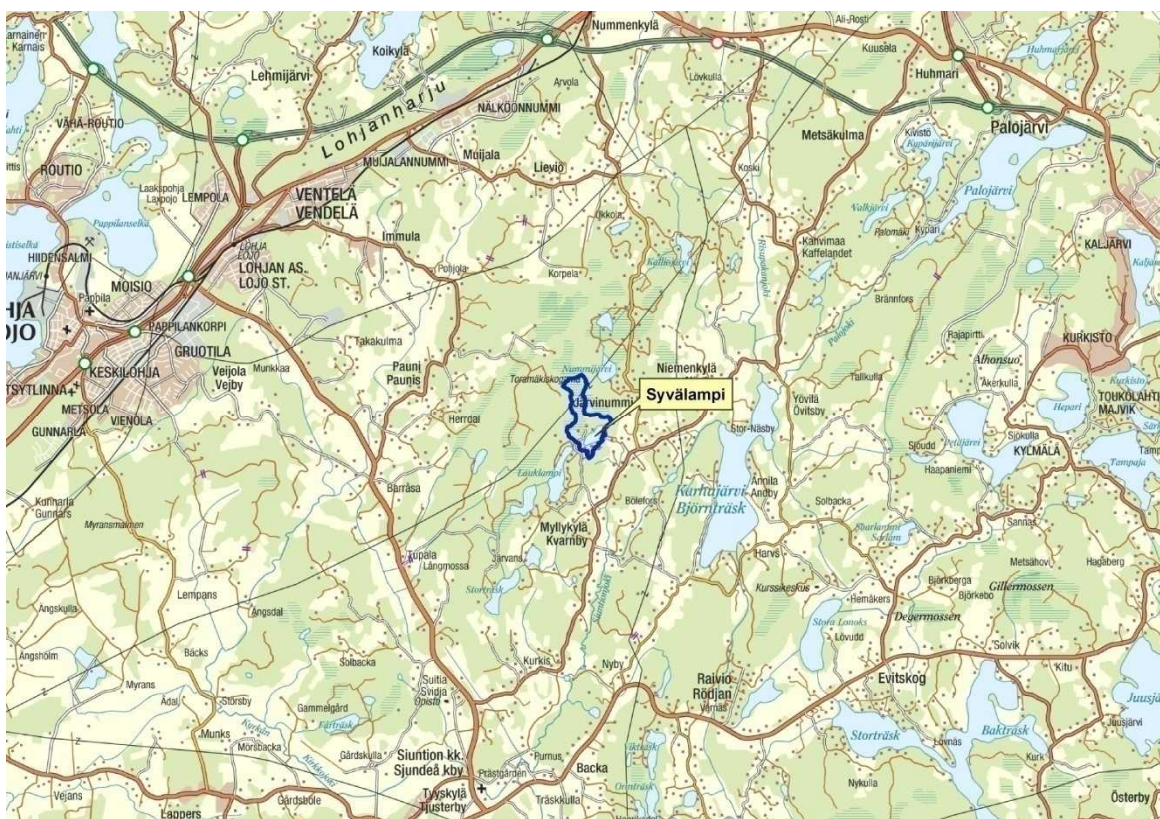
<b>1 Johdanto.....</b>	<b>4</b>
<b>2 Aineisto ja menetelmät.....</b>	<b>5</b>
2.1 Veden laatua kuvaavat tekijät.....	5
2.2 Kasvillisuus .....	5
2.3 Kalasto .....	5
2.4 Muut tiedot.....	5
2.5 Kuormituksen laskeminen Syvälamelle .....	5
2.5.1. VEPS-tietojärjestelmä.....	5
2.5.2 SYKE:n vesistömalli .....	6
2.6 Ulkoisen kuormituksen sietokyvyn arviointi .....	7
2.7 Sisäisen kuormituksen arviointi.....	8
<b>3 Syvälammen perustila .....</b>	<b>9</b>
3.1 Veden laatu .....	10
3.2 Kalasto .....	16
3.3 Kasvillisuus .....	17
<b>4 Kuormitusselvitys.....</b>	<b>19</b>
4.1 Ulkoinen kuormitus.....	19
4.1.1 Ulkoinen kuormitus VEPS:n mukaan arvioituna.....	19
4.1.2 Ulkoinen kuormitus SYKE:n vesistömallin perusteella arvioituna .....	21
4.1.3 Kuormituksen sietokyvyn arviointi Vollenweiderin mallilla .....	22
4.2 Sisäinen kuormitus .....	23
4.2.1 Arviointi veden laatuun ja biologisiin tekijöihin perustuen.....	23
4.2.2 Sisäinen kuormitus SYKE:n vesistömallin perusteella arvioituna .....	24
4.2.3 Arviointi ulkoisen kuormituksen mukaan.....	25
<b>5 Tavoitteet.....</b>	<b>27</b>
<b>6 Mahdollisia menetelmiä Syvälammen kunnostamiseen .....</b>	<b>28</b>
6.1 Kuormituksen vähentäminen .....	28
6.1.1 Ulkoinen kuormitus .....	28
6.1.2 Sisäisen kuormituksen vähentäminen .....	30
6.2 Kalaston hoito .....	30
6.2.1 Kalastuksen järjestäminen ja säätely.....	31
6.2.2 Kalaston rakenteen seuranta.....	31
6.3 Hapipitoisuuden lisääminen.....	31
6.4.1 Yleistä hapettamisesta .....	31
6.4.2 Hapettaminen yhtenä Syvälammen kunnostusmenetelmänä.....	32
<b>7 Seuranta .....</b>	<b>37</b>
<b>8 Yhteenveto .....</b>	<b>38</b>
Kirjallisuus .....	39
<b>Liitteet.....</b>	<b>42</b>

# 1 Johdanto

Siuntion kuntakohtainen järvikunnostusohjelma aloitettiin vuonna 2007 Karhujärvestä (Björnträsk). Tällöin Karhujärvelle tehtiin kunnostussuunnitelma, johon kuului perustilan selvitys ja laskennallinen kuormitus selvitys. Hanketta jatkettiin vuosina 2008 - 2010 tekemällä vastaavanlainen selvitys Tjusträskille ja Vikträskille. Ohjelmaa jatkettiin vuonna 2011 valitsemalla uudeksi kohteeksi Syvälampi ja tekemällä tälle perustilan selvitys. Vuonna 2012 Syvälammelle tehtiin kuormitus selvitys ja siihen ja perustilan selvitykseen pohjautuva kunnostussuunnitelma.

Syvälampi on Siuntiossa sijaitseva pieni ja syvä järvi (kuva 1). Sen rannalla sijaitsee seurakunnan leirikeskus. Vesialueen omistus on jakautunut muutamalle omistajataholle. Suurin osa järvestä on yhteistä vesialuetta. Järven tilaa seurataan leirikeskuksen toimesta velvoitetarkkailussa. Syvälammessa ei ole tehty kunnostustoimenpiteitä.

Työhön ovat antaneet parannusehdotuksia ja kommentteja Jarmo Vääriskoski, Petri Savola ja Sirpa Penttilä (Uudenmaan ELY-keskus), Patrik Skult (Siuntion kunta) sekä Kalevi Tuovila (Korpi- rauhan leirikeskus).



Kuva 1. Syvälammen sijainti ja valuma-alue. Mittakaava 1 : 70 000. Luvat: Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/11, Affecto Finland Oy, Karttakeskus, Lupa L4659.

## 2 Aineisto ja menetelmät

### 2.1 Veden laatua kuvaavat tekijät

Syvälammesta on otettu vesianalyysyjä vuosina 1992 – 2010 (Hertta 2011a) Helsingin seurakuntayhtymän Korpirauhan leirikeskuksen velvoitetarkkailuna. Järviä on luokiteltu aiemmin vesien yleisen käyttökelpoisuuden perusteella. Vesien yleinen käyttökelpoisuusluokitus kuvaa vesien keskimääräistä veden laatua sekä soveltuvuutta vedenhankintaan, kalavesiksi ja virkistyskäyttöön. Luokkia on viisi: erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä ja huono. Vesien hoidon suunnittelun myötä myös luokittelu on uudistunut ja pohjautuu vedenlaatutekijöiden lisäksi biologisiin muuttujiin. Ekologinen tila luokitellaan samalla viisiportaisella asteikolla. Leväkukintailmoituksia ja levälajeja selvitettiin ympäristöhallinnon levähaittarekisteristä.

### 2.2 Kasvillisuus

Syvälammen kasvillisuuden määritti elokuussa 2011 Anne-Marie Hagman maastokäynnin perusteella. Määrittäminen koski pääosin ilmaversoisia ja kelluslehtisiä vesikasveja. Uposlehtisiä vesikasveja ei etsitty esimerkiksi haraamalla, mutta niiden esiintymistä arvioitiin silmämääräisesti. Kasvillisuus tunnistettiin lajilleen tai ainakin suvulleen. Järvi kierrettiin soutamalla ympäri rantoja pitkin. Mukana maastokartoituksessa oli Korpirauhan leirikeskuksen Kalevi Tuovila.

### 2.3 Kalasto

Syvälammella tehtiin koekalastus Uudenmaan ELY-keskuksen Y-vastuualueen iktyonomi Petri Savolan toimesta 4.- 5.8.2011. Tiedot kalaston rakenteesta on saatu Petri Savolalta. Koekalastus tehtiin verkkokoekalastuksena. Verkkoina käytettiin seitsemää Nordic-yleiskatsausverkkosarjaa ja lisänä yhtä 80 mm riimuverkkoa. Kaksi verkoista laskettiin pintaan, kolme väliveteen ja kaksi pohjaan.

### 2.4 Muut tiedot

Syvälammen kasviplanktonista ja pohjaeläimistä ei ole tietoa (Hertta 2011b).

### 2.5 Kuormituksen laskeminen Syvälamelle

#### 2.5.1. VEPS-tietojärjestelmä

Ympäristöhallinnon VEPS-tietojärjestelmä antaa tiedot kolmannen jakovaiheen vesistöalueen tarkkuudella. Syvälammen osalta tietoja tarkennettiin erikseen. Syvälammen valuma-alueen määrittäminen perustuu Uudenmaan ELY-keskuksen laserkeilausaineistoon. Määrittäminen teki maanmittausteknikko Arto Pummila. Syvälamelle haettiin kuormituksen laskemista varten VEPSistä ominaiskuormitusluvut sekä fosforille että typelle (taulukko 1).

Taulukko 1. Syvälammen kuormituksen arvioinnissa käytetyt ominaiskuormitusluvut (kg/km<sup>2</sup> / kg/as) fosforin ja typen osalta. Maatalouden, luonnonhuuhtouman, haja- ja loma-asutuksen, pistekuormituksen ja turvetuotannon keskiarvo on vuosilta 2000 – 2007, metsätalouden, laskeuman ja hulevesien keskiarvo vuosilta 2000 – 2002.

	Fosfori, kg/km <sup>2</sup> / kg/as	Typpi, kg/km <sup>2</sup> / kg/as
Peltoviljely	250	1577
Metsätalous	0,81	13,27
Laskeuma	8,05	580
Luonnonhuuhtouma	6,49	190
Hulevesi	1,61	116
Haja- ja loma-asutus	0,34	2,2
Pistekuormitus		
Turvetuotanto		

Syvälampeen kohdistuvan kuormituksen arvioinnissa käytettiin VEPS-tietojärjestelmästä saatuja tietoja ja karttatarkastelua. Arc Gis -karttaohjelman avulla tarkasteltiin valuma-aluetta. Tarkastelun mukaan Syvälammen valuma-alueella ei ole peltoja.

Haja-asutuksen aiheuttaman kuormituksen arvioinnissa käytettiin Arc Gis-ohjelmasta saatavia tietoja loma- ja haja-asuntojen määristä. Näin saadut haja- ja loma-asutuksen kuormitusta kuvaavat luvut kerrottiin VEPSistä saadulla ominaiskuormitusluvulla ja laskettiin yhteen.

Metsätalouden kuormitus arvioitiin karttatarkastelun avulla. Metsämaan osuus valuma-alueesta kerrottiin valuma-aluekohtaisella VEPS-tietojärjestelmästä saadulla ominaiskuormitusluvulla.

Luonnonhuuhtoumalle ja laskeumalle haettiin VEPSistä ominaiskuormituslukuarvot. Syvälammen valuma-alue on VEPSin vastaavaa pienempi, joten kuormitus suhteutettiin järveen valuma-alueelle. Syvälammen valuma-alueesta vähennettiin järven ala luonnonhuuhtoumaa laskettaessa. Laskeuma katsottiin kohdistuvan vain vesialueelle.

Siuntion kunnasta saatujen tietojen mukaan Syvälammen valuma-alueella ei ole kotieläimiä.

## 2.5.2 SYKE:n vesistömalli

Suomen ympäristökeskuksessa (SYKE) on kehitetty vesistömallijärjestelmä, jolla on mahdollista arvioida yksittäiseen järveen kohdistuvaa kuormitusta. Kyseinen malli ottaa huomioon sääolot. Nämä vaikuttavat järviin kohdistuvaan kuormitukseen merkittävästi. Mallissa on takana meteorologista ja hydrologista dataa (Vehviläinen & Huttunen 2001). Vesistömallikoulutuksessa (Huttunen ym. 2008) kerrottiin mallista seuraavaa:

"Vesistömallijärjestelmään liitetty vedenlaatuosio laskee kokonaisfosforin, kokonaistypen ja kiintoaineksen kuormitusta vesistöihin maa-alueilta ja aineiden kulkeutumista vesistöissä. Jokaiselle järvelle on jaettu oma valuma-alue, joka on jaettu edelleen peltoalueeseen, vesialueeseen ja muuhun maa-alueeseen.

Mallissa on määritelty järvien hierarkia, eli mistä mihin järveen vedet menevät. Malli sisältää lähes kaikki yli 1 ha järvet, yhteensä hiukan yli 58 000 järveä. Mallissa lasketaan ensin maa-alueelta päivittäin syntyvä kuormitus. Kuormitus lasketaan erikseen peltoalueelle ja muulle maa-alueelle. Muodostuvan valunnan pitoisuus riippuu valunnan määrästä (mm/vrk) ja vuodenajasta. Valunta on jaettu luokkiin alle 1 mm/vrk, 1-3 mm/vrk, 3-6 mm/vrk, 6-10 mm/vrk ja yli 10 mm/vrk. Vuosi on jaettu kausiin: lumipeitteinen aika, lumipeitteetön aika enne kasvukauden alkua, kasvukausi, lumipeitteetön aika kasvukauden jälkeen. Mallissa on kalibroidut parametrit, jotka määräävät valunnan pitoisuuden jokaisella valuntaluokalla ja vuodenajalle. Nämä parametrit kalibroidaan vesistön vedenlaatuhavaintojen perusteella.

Kun maa-alueelta muodostuva kuormitus on laskettu, lasketaan vesistöalueen järvet yläjuoksulta alkaen, niin että lasketaan jokaiseen järveen tuleva kuormitus, pitoisuus järvessä, sedimentaatio,



sisäinen kuormitus ja lopulta lähtevä kuormitus. Kokonaistypen laskennassa lasketaan lisäksi denitrifikaatio vesipinnasta ja kiintoaineen laskennassa sedimentaatio ja eroosio jokiuomassa.

Vedenlaatulaskennan kalibroinnissa mallin laskemia pitoisuuksia verrataan havaittuihin kaikissa vedenlaatuhavaintopisteissä. Siten malli simuloi pitoisuuksia kaikissa havaintopisteissä."

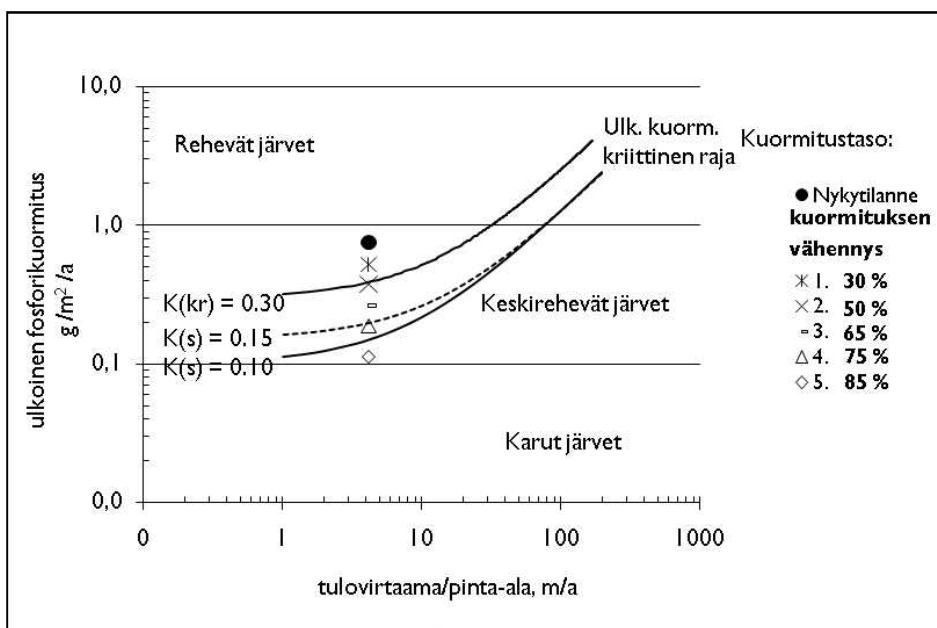
## 2.6 Ulkoisen kuormituksen sietokyvyn arviointi

Saadun kokonaiskuormituksen merkitystä Syvälammen kuormituksen sietokyky arvioitiin Vollenweiderin (1976) mallin avulla. Laskennassa käytettiin Vesi-Ekon Erkki Saarijärveltä saatua Excel-tiedostoa.

Ulkoisella kuormituksella tarkoitetaan järven valuma-alueelta järveen valumavesien mukana kulkeutuvaa ravinne- ja kiintoainekuormitusta. Kuormitusta tulee ilmaperäisestä laskeumasta ja luonnonhuuhtoumasta sekä ihmisen toiminnasta kuten maa- ja metsätaloudesta sekä haja-asutuksesta.

Järvien kunnostuksessa on hyvin tärkeää selvittää ulkoiset kuormittavat tekijät ja miten merkittävää kuormitus on. Valuma-alue voidaan jakaa kauko- ja lähivaluma-alueeseen. Tulojoet tuovat yleensä kuormitusta kauempaa. Lähivaluma-alueelta kuormitus tulee pikkupuroissa hajakuormituksena. Lähivaluma-alueella on tyypillistä pitoisuuksien suuri vaihtelu (Lappalainen 1990).

Ulkoisen kuormituksen sietokyvyn arviointiin voidaan käyttää Vollenweiderin (1976) mallia. Siinä tulevaa ulkoista kuormitusta verrataan hydrauliseen pinta-kuormaan. Hydraulinen pintakuorma saadaan jakamalla tulovirtaama järven pinta-alalla tai keskisyvyys viipymällä. Sietorajat on määritetty laajan järvitutkimuksen perusteella. Ns. kriittinen raja ( $P_v = 0,174x^{0,469}$ ) kuvaa tilannetta, jossa kuormitus aiheuttaa rehevöitymisen kiihtymistä. Sallittu raja ( $P_s = 0,055x^{0,635}$ ) taas kertoo kuormitustasosta, jota järvi pystyy sietämään ilman, että se rehevöityy. Yleensä sallitun kuormituksen rajana käytetään katkoviivalla merkittyä käyrää, jossa fosforikuormitus on  $0,15 \text{ g/m}^2$  vuodessa (kuva 2). Mallin käytössä on huomioitava sen suuntaa-antavuus ja yleistettävyyys, se ei ota huomioon järven yksilöllisiä ominaisuuksia.



Kuva 2. Vollenweiderin mallin mukainen ulkoisen fosforikuormituksen arviointi. Sallittu kuormitus voidaan ajatella sijaitsevan kohdassa  $K_s = 0,15$ . Numeroilla 1 – 5 on kuvattu erisuuruiset kuormitusvähennykset. Yllä oleva kuva on esimerkki eikä se kerro Syvälammen tilanteesta. Syvälampea koskeva tarkastelu on esitetty jäljempänä kuormitusselvityskappaleessa.

## 2.7 Sisäisen kuormituksen arviointi

Sisäisellä kuormituksella tarkoitetaan tilannetta, jossa ravinteita alkaa vapautua uudelleen kiertoon pohjan sedimentistä. Järven rehevöityessä sen tuotantotasoa kasvaa, jolloin syntyy enemmän hajotettavaa ainesta. Hajotustoiminta kuluttaa sedimentin happivaroja. Hapen kuluessa loppuun sedimenttiin sitoutuneen fosforin vapautuminen pohjan sedimentistä kiihtyy. Sedimentistä voi myös vapautua ravinteita, kun kalat etsivät ruokaa pohjalta. Tällaisia pohjasta ruokaa etsiviä kaloja ovat särkikaloihin kuuluvat lahna, suutari, pasuri ja ruutana. Myös särjet voivat nostaa ravinteita veteen pohjasta ravintoa etsiessään. Fosforia alkaa myös vapautua, kun veden pH-arvo nousee reilusti emäksiselle puolelle. Rehevissä järvissä kasvien ja levien yhteytystoiminta saattaa nostaa veden pH-arvon yli yhdeksään. Tällöin sisäinen kuormitus voi voimistua edelleen.

Sisäisen kuormituksen suuruutta on vaikeampi arvioida. Jotta sen laskeminen olisi mahdollista, pitäisi tietää järvestä olevan sedimentoituvan aineksen määrä tai sedimentaationopeus. Sisäistä kuormitusta on kuitenkin mahdollista arvioida välillisesti. Järveen tulevan kuormituksen perusteella voidaan laskea vesipatsaan keskimääräinen fosforipitoisuus. Friskin (1978) mukaan tämä laskeaan kaavalla:

$$C = (1-R) \cdot I / Q, \text{ jossa}$$

C = keskimääräinen fosforipitoisuus, mg / m<sup>3</sup>

R = pidättymiskerroin = 0,370

I = tuleva kuormitus, mg / s ja

Q = virtaama, m<sup>3</sup> / s

Vertaamalla laskettua kokonaisfosforipitoisuutta mitattuun pitoisuuteen, voidaan arvioida sisäisen kuormituksen suuruutta. Jos havaittu fosforipitoisuus on selvästi laskettua pitoisuutta suurempi, on oletettavaa, että järvi kärsii sisäisestä kuormituksesta. Jos taas havaittu pitoisuus on laskettua pienempi, järveen tuleva aine sedimentoituu helpommin.

Vesipatsaan fosforipitoisuuden perusteella on mahdollista ennustaa klorofyllipitoisuutta. Klorofylli-a- ja kokonaisfosforipitoisuudet korreloivat selvästi Pietiläisen ja Räikkeen (1999) tekemän järvihavaintopaikka-tutkimuksen mukaan. Selitysaste kyseisessä tutkimuksessa oli 0,89. Aineistosta saatiin suoran yhtälöksi

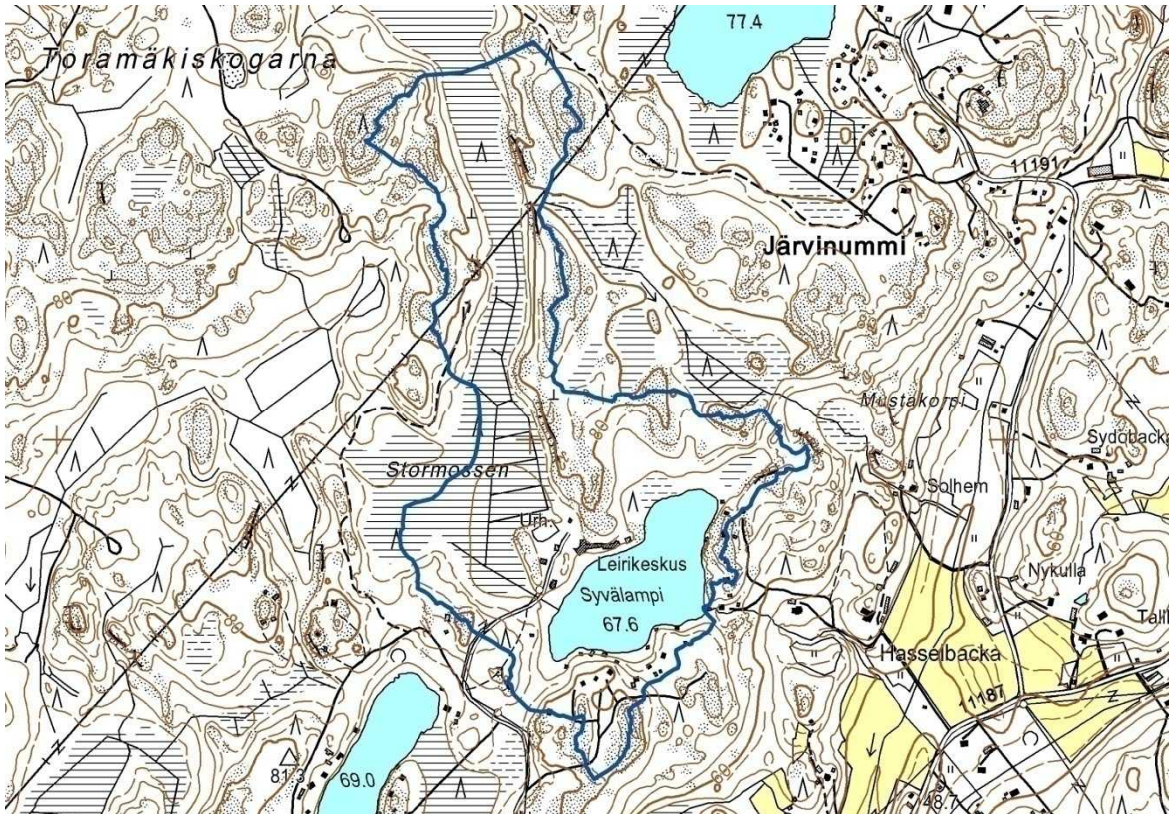
$$y = 0,5655x - 1,9312, \text{ jossa}$$

y on klorofyllipitoisuus ja

x on kokonaisfosforipitoisuus.

Klorofylli-a- ja kokonaisfosforipitoisuuden suhde kertoo kalaston vaikutuksesta kasviplanktonin muodostumiseen. Vertaamalla ennustettua klorofyllipitoisuutta havaittuun pitoisuuteen, voidaan arvioida muodostuuko järvestä leväkukintoja helposti. Jos havaittu pitoisuus on selvästi ennustettua korkeampi, myös klorofyllin ja fosforin suhde on suuri. Molemmat seikat puoltavat tällöin kalaston suurta vaikutusta leväkukintojen muodostumiseen. Kunnostustoimenpiteeksi voidaan suositella ravintoketjukurinostusta silloin, kun koekalastustulokset osoittavat kalaston rakenteen olevan vionutunut.

### 3 Syvälammen perustila



Kuva 3. Syvälammen valuma-alue. Mittakaava 1 : 8 000. Luvat: Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/11.

Syvälampi on pinta-alaltaan 6,3 ha. Järvi on nimensä mukaisesti syvä. Sen keskisyvyys on 7,6 m ja suurin syvyys 13,2 m. Järven tilavuus on  $521,8115 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ . Keskivirtaama on  $0,0055 \text{ m}^3/\text{s}$  ja viipymä 1 015 vrk eli 2,78 vuotta. Valuma-alue on kooltaan 58,1 ha eli  $0,58 \text{ km}^2$  (taulukko 2).

Taulukko 2. Syvälampea kuvaavia hydrologisia suureita.

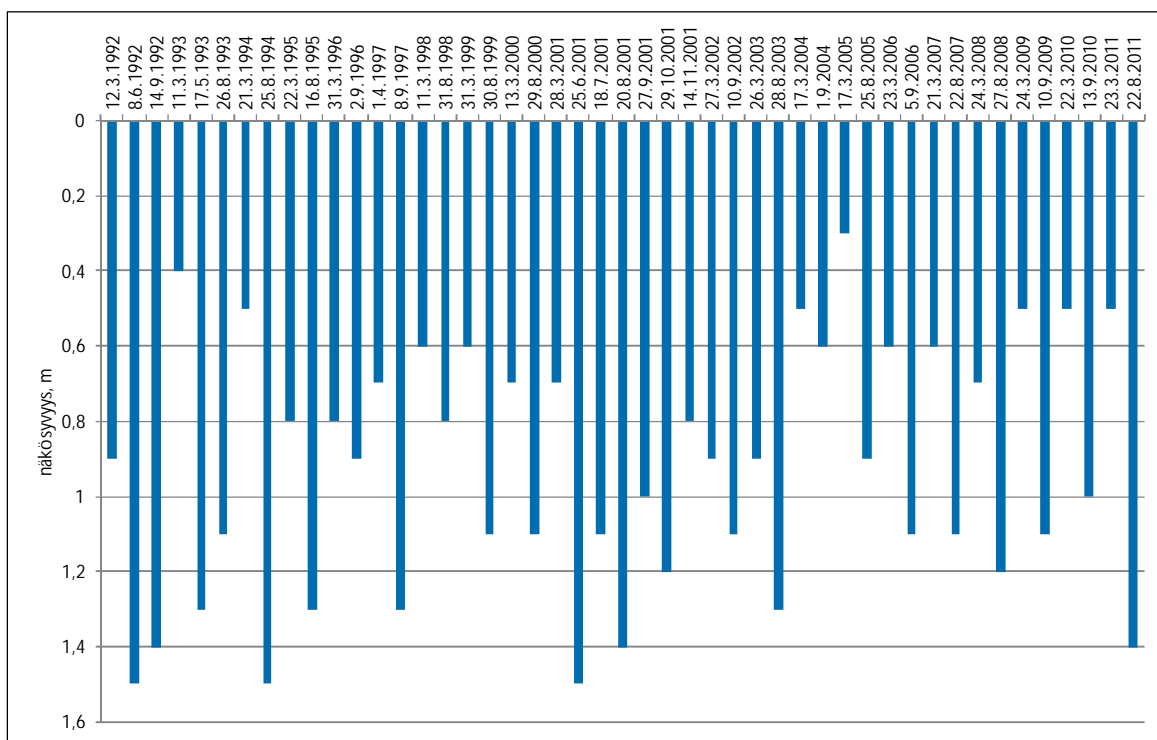
suure	arvo
järven pinta-ala	6,3 ha
valuma-alueen ala	58,1 ha
keskisyvyys	7,6 m
suurin syvyys	13,2 m
tilavuus	$521,8115 \cdot 10^3 \text{ m}^3$
viipymä	1 015 vrk eli 2,78 vuotta
keskivirtaama	$0,0055 \text{ m}^3/\text{s}$

## 3.1 Veden laatu

Syvälampea ei ole tyypitelty vesienhoidon suunnittelussa. Eikä sitä ole pienen kokonsa vuoksi otettu mukaan vesienhoidon suunnittelussa tarkasteltaviin vesimuodostumiin. Siitä on kuitenkin tehty pintavesien yleinen käyttökelpoisuusluokitus. Luokituksen mukaan Syvälampi on ollut yleiseltä käyttökelpoisuudeltaan tyydyttävä vuosina 1994 – 1997 ja 2000 – 2003. Vuosina 1984 – 1986, 1989 – 1992 ja 1998 – 2000 luokitusta ei ole tehty. Syvälammen vesienhoidon suunnittelun mukainen ekologinen luokittelu puuttuu (Hertta 2011c).

Syvälammen veden laatua on seurattu Helsingin seurakuntayhtymän Korpirauhan leirikeskuksen jätevedenpuhdistamon vesistötarkkailussa. Tarkkailuohjelman mukaisesti Syvälamesta on otettu kaksi kertaa vuodessa näytteet. Näytteitä on otettu vuodesta 1992 lähtien. Näytteitä on otettu vuosittain sekä kesäisin että talvisin.

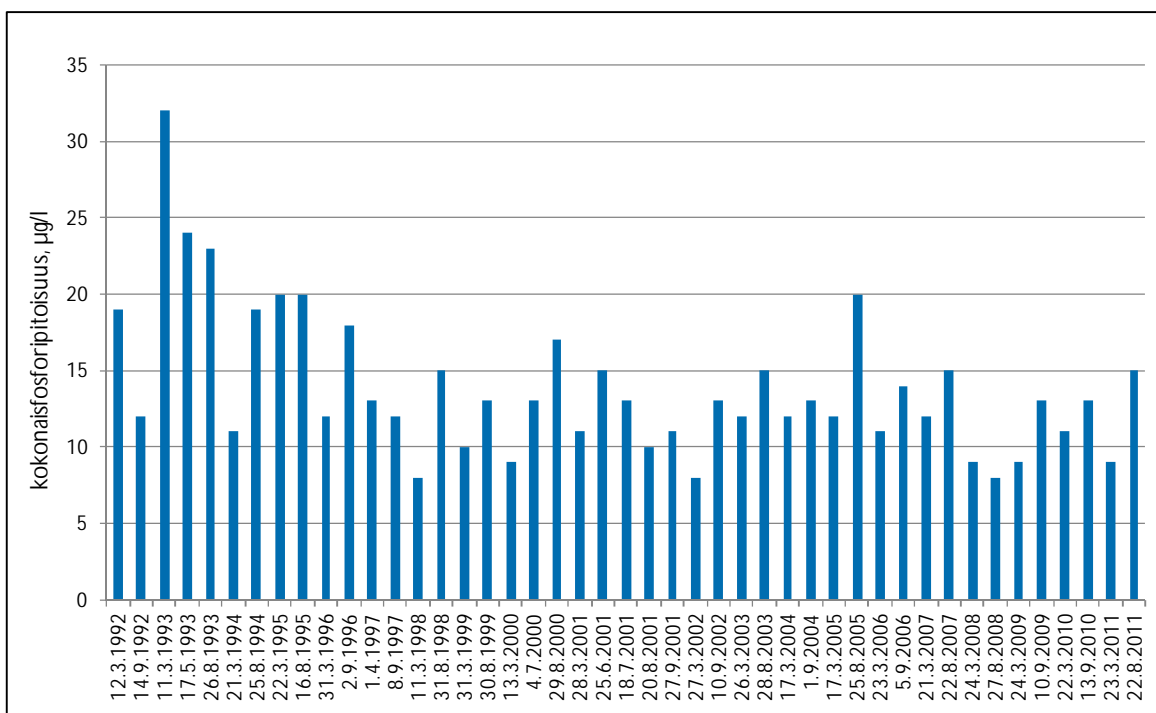
Näkösyvyys on vaihdellut Syvälammissa 0,3 – 1,5 m:n välillä (kuva 4). Kesäiset arvot ovat olleet usein talvisia arvoja korkeampia. Näkösyvyydessä näyttäisi olevan jonkinlaista heikentymistä näkyvissä. Korkeimmat arvot ovat alentuneet vuosien kuluessa.



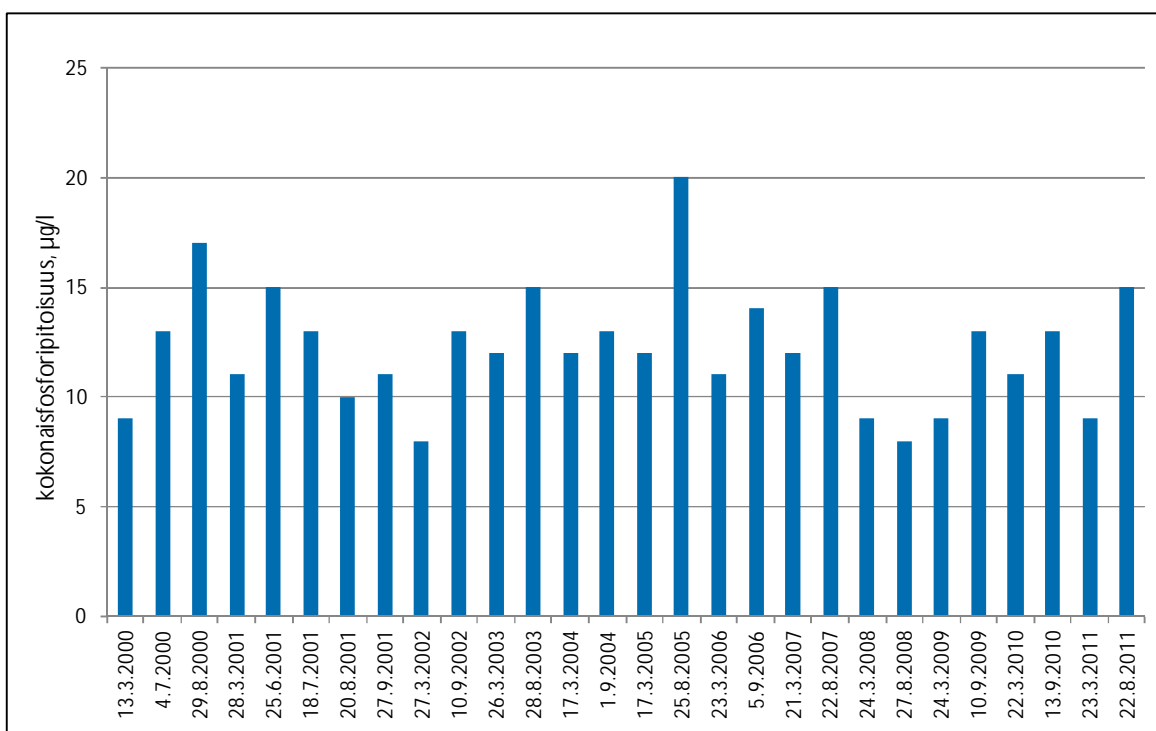
Kuva 4. Syvälammen näkösyvyys (m) vuosina 1992 – 2011.

Syvälammen kokonaisfosforipitoisuus oli yhden metrin syvyydessä 15 µg/l elokuussa vuonna 2011 (kuva 5). Vuonna 2010 syyskuussa kokonaisfosforipitoisuus oli 13 µg/l. Järvi voidaan luokitella keskireheväksi, jos sen kokonaisfosforipitoisuus vaihtelee välillä 15 – 25 µg/l ja karuksi kokonaisfosforipitoisuuden ollessa alle 15 µg/l. Tarkasteltaessa 2000-luvun kokonaispitoisuuksia voidaan huomata, että hyvin usein pitoisuus jää vähäiseksi ollen alle 15 µg/l (kuva 6). Syvälampi voidaan luokitella karuksi järveksi. Toisaalta olisi mielenkiintoista mitata järven pintaveden kokonaisfosforipitoisuus heinäkuun lopulla. Kokonaisfosforipitoisuuksissa ei ole jonkinlainen laskeva trendi. Mittaustuloksista voidaan havaita, että vuodesta 1997 alkaen kokonaisfosforipitoisuudet ovat olleet pääsääntöisesti alhaisempia kuin aiempina vuosina. Tämä saattaa selittyä Korpirauhan jäteveden puhdistamon puhdistuksen tehostumisesta tiukempien vaatimuksien seurauksena.



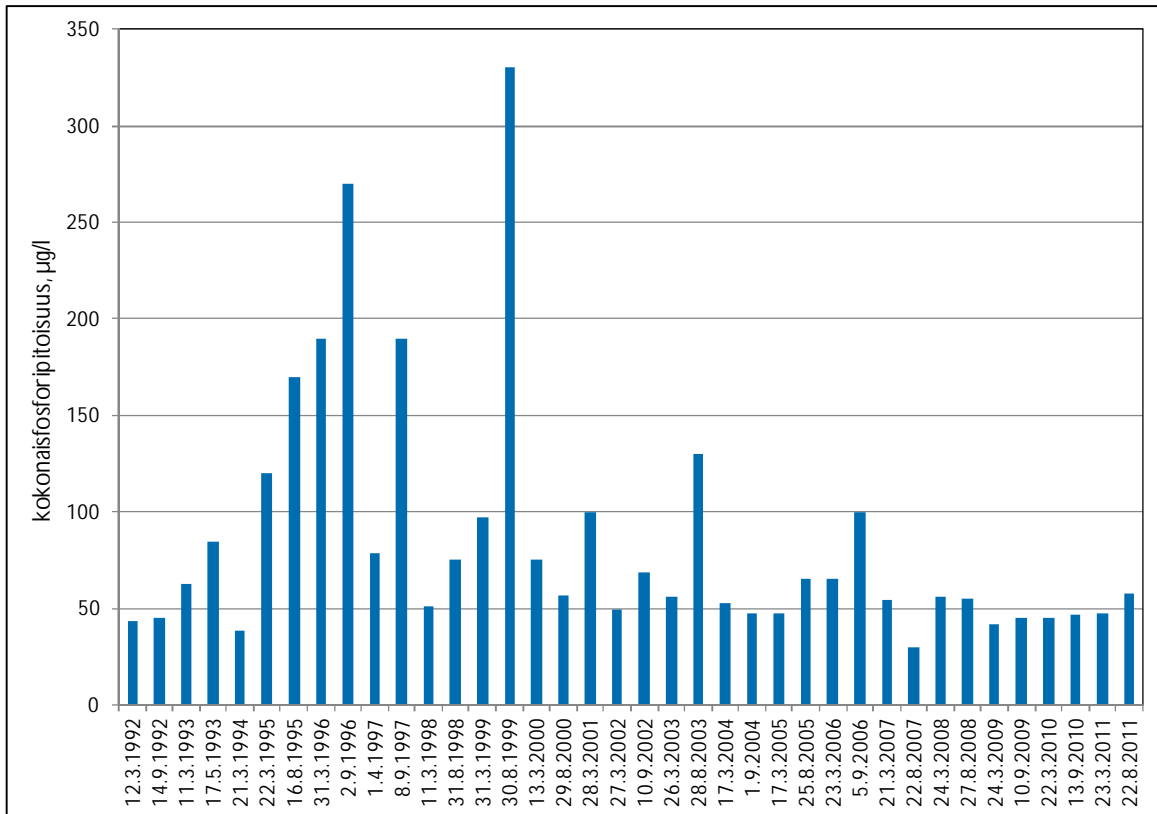


Kuva 5. Syvälammen kokonaisfosforipitoisuus (µg/l) yhden metrin syvyydessä vuosina 1992 – 2011.

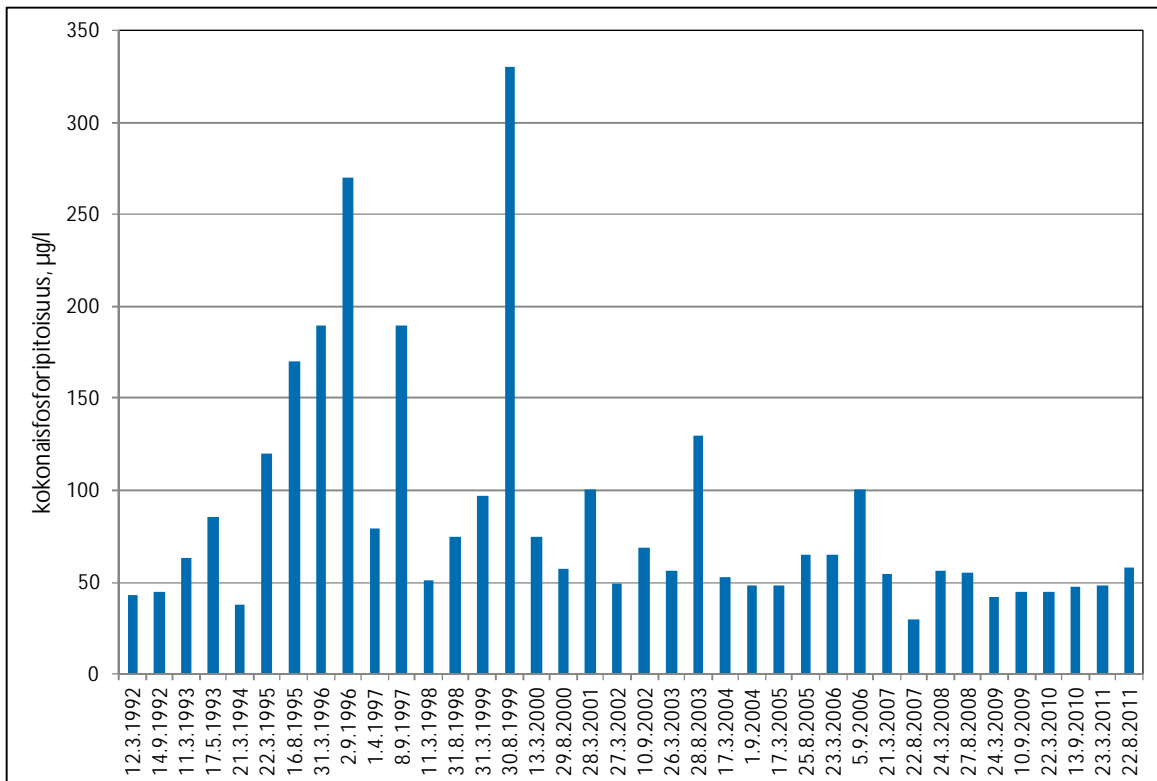


Kuva 6 Syvälammen kokonaisfosforipitoisuus (µg/l) yhden metrin syvyydessä 2000-luvulla.

Pohjanläheisessä vedessä kokonaisfosforipitoisuus on ollut korkeimmillaan 330 µg/l elokuussa 1999 (kuva 7). Pohjanläheisessä vedessä on esiintynyt 2000-luvulla selvästi pinnan pitoisuuksia korkeampia kokonaisfosforipitoisuuksia (kuva 8). Pohjanläheisessä vedessä näyttäisi olleen aiempina vuosina erittäin korkeita pitoisuuksia, näiden esiintyminen on vähentynyt 2000-luvulla.



Kuva 7. Syvälammen kokonaisfosforipitoisuus (µg/l) pohjanläheisessä vedessä (12 m:n syvyydessä) vuosina 1992 – 2011.



Kuva 8. Syvälammen kokonaisfosforipitoisuus (µg/l) pohjanläheisessä vedessä (12 m:n syvyydessä) 2000-luvulla.

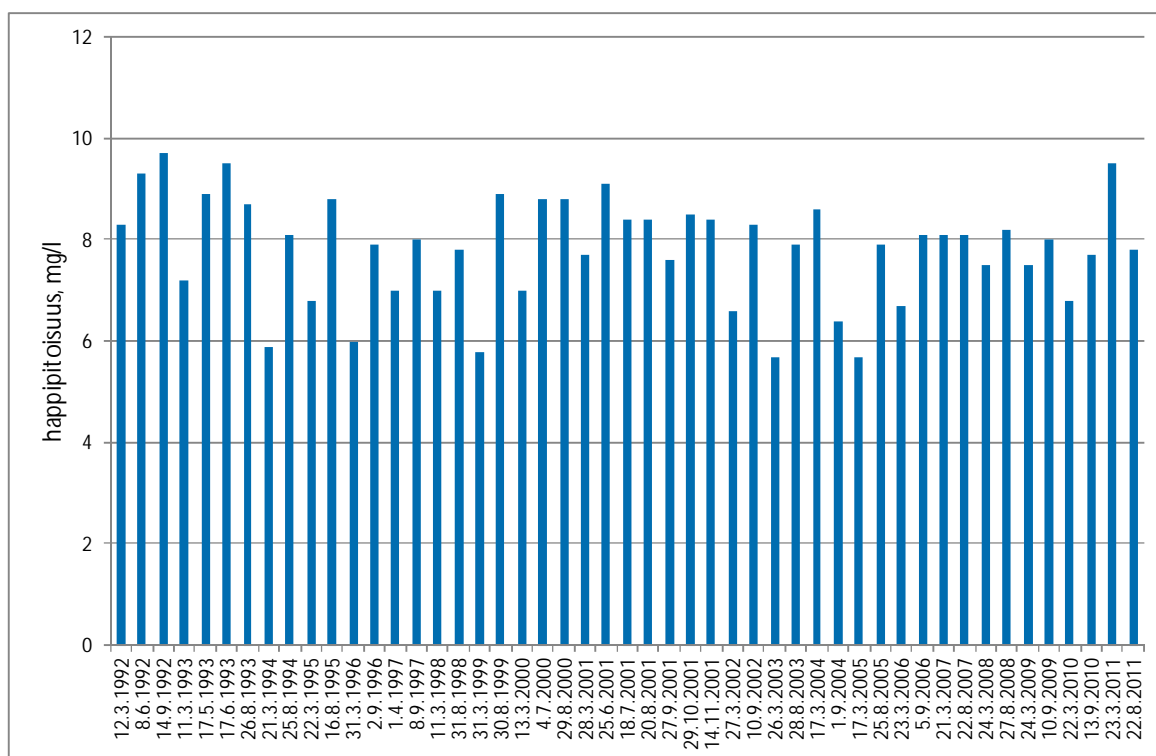
Syvälammen levämäärää kuvaavaa klorofylli-a-pitoisuutta on määritetty vuosina 2000 ja 2001. Vuonna 2000 heinäkuussa klorofylli-a-pitoisuus oli 15 µg/l ja 20 µg/l vuonna 2001 (taulukko 3). Klorofylli-a-pitoisuudelle on tyypillistä suuri vaihtelu, joka riippuu huomattavasti sääoloista ja vuodenajasta. Syvälammissa on ollut havaittavia sinileväkukintoja vuonna 1999 ja 2000 levähaittarekisterin mukaan (Levähaittarekisteri 2011).

Klorofylli-a-pitoisuuden ja kokonaisfosforipitoisuuden suhde on ollut suurimmillaan 1,15 heinäkuussa 2000. Vuonna 2001 heinäkuussa suhteeksi tuli 1,54. Muina ajankohtina kesällä 2001 suhde on ollut 0,7 – 0,8. Tämä kertoo kalaston vaikutuksesta veden laatuun. Kalastolla voidaan ajatella olevan vaikutusta veden laatuun, kun kyseinen suhde on yli 0,4. Lähempänä yhtä vaikutus on jo hyvin selkeä. Tällä perusteella näyttäisi, että Syvälammen kalastolla on erittäin suuri vaikutus veden laatuun. Toisaalta olisi hyvä ottaa uudet klorofylli-a-näytteet esimerkiksi kesällä 2012 ja määrittää samalla kasviplanktonin koostumus. Syvälammen tapauksessa klorofylli-a-pitoisuus voi olla korkea limalevän ei niinkään sinilevien takia. Tällöin klorofylli-a-pitoisuuden ja kokonaisfosforipitoisuuden suhde ei kuvasta kalaston vaikutusta levien määrään.

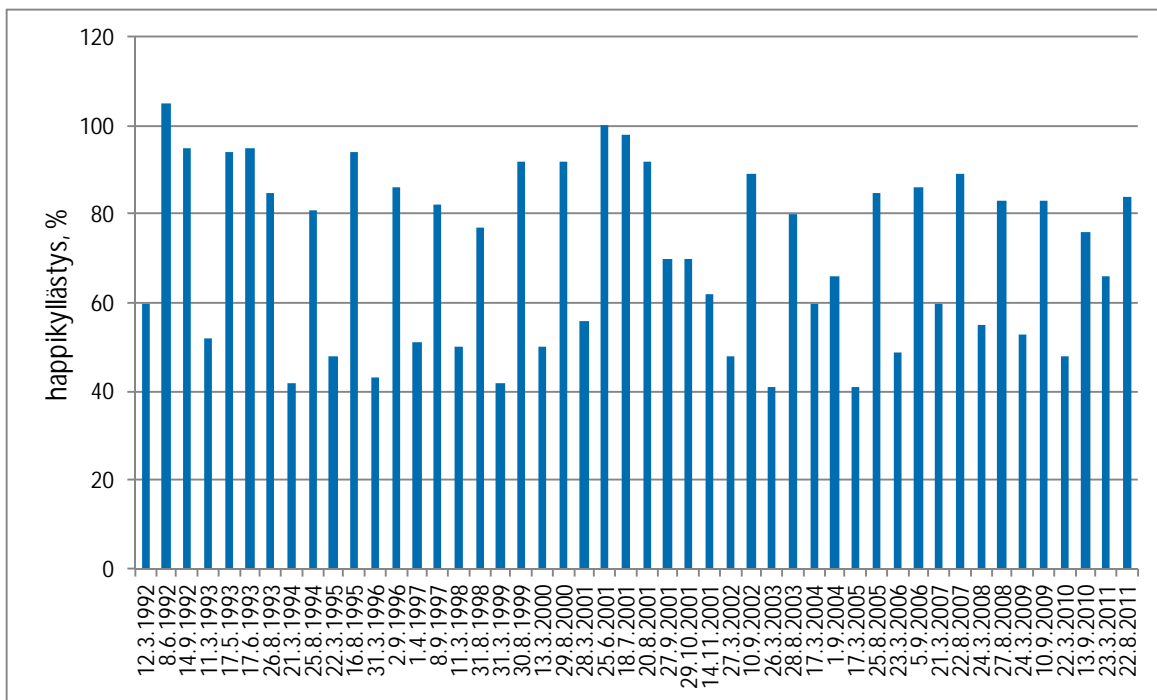
Taulukko 3. Syvälammen klorofylli-a- ja kokonaisfosforipitoisuudet sekä niiden suhde vuosina 2000 ja 2001.

päivä	klorofylli-a-pitoisuus, µg/l	kokonaisfosforipitoisuus, µg/l	klorofylli-a- ja kokonaisfosforipitoisuuden suhde
4.7.2000	15	13	1,15
25.6.2001	11	15	0,73
18.7.2001	20	13	1,54
20.8.2001	7,4	10	0,74
27.9.2001	8,7	11	0,79

Syvälammen happipitoisuus on ollut tyydyttävällä tasolla yhden metrin syvyydessä sekä kesäisin että talvisin (kuva 9). Erityisesti kun katsotaan hapen kyllästysarvoja, huomataan, että happitilanne on selvästi heikentynyt. Syvälammissa on usein ollut usein talvisin alle 50 % hapen kyllästys (kuva 10).



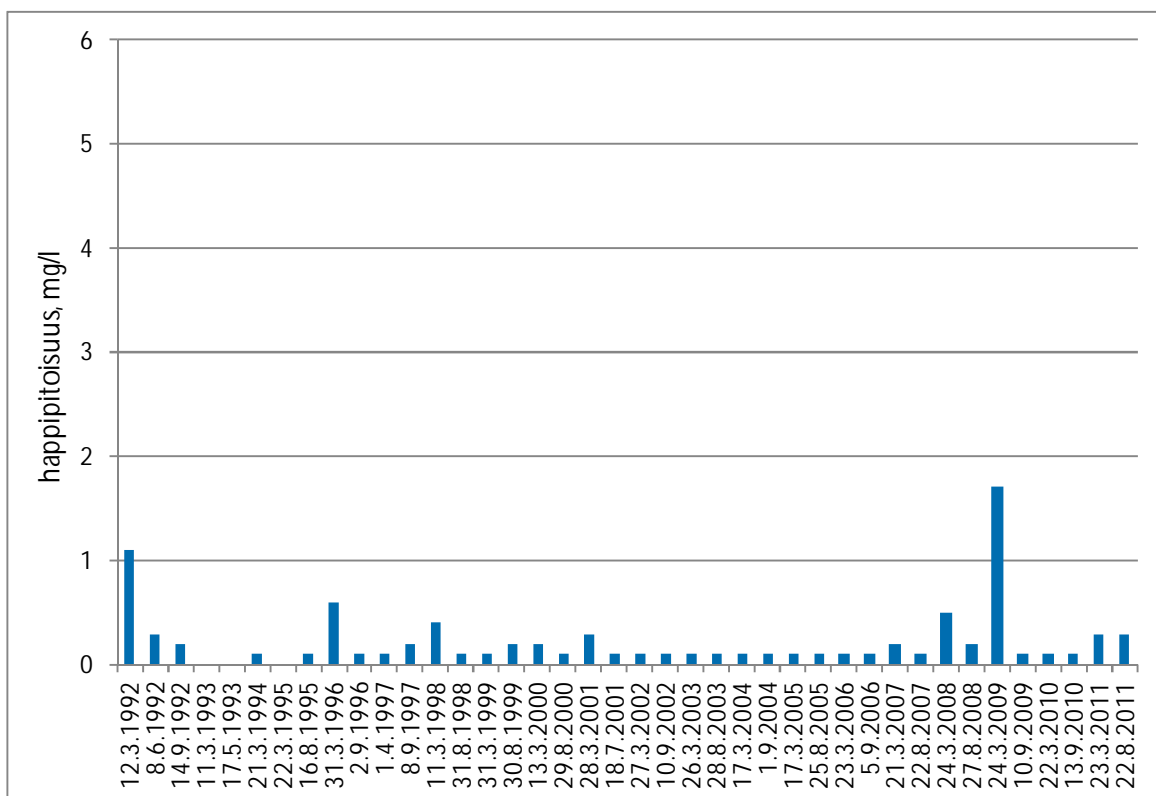
Kuva 9. Syvälammen happipitoisuus (mg/l) yhden metrin syvyydessä vuosina 1992 – 2011.



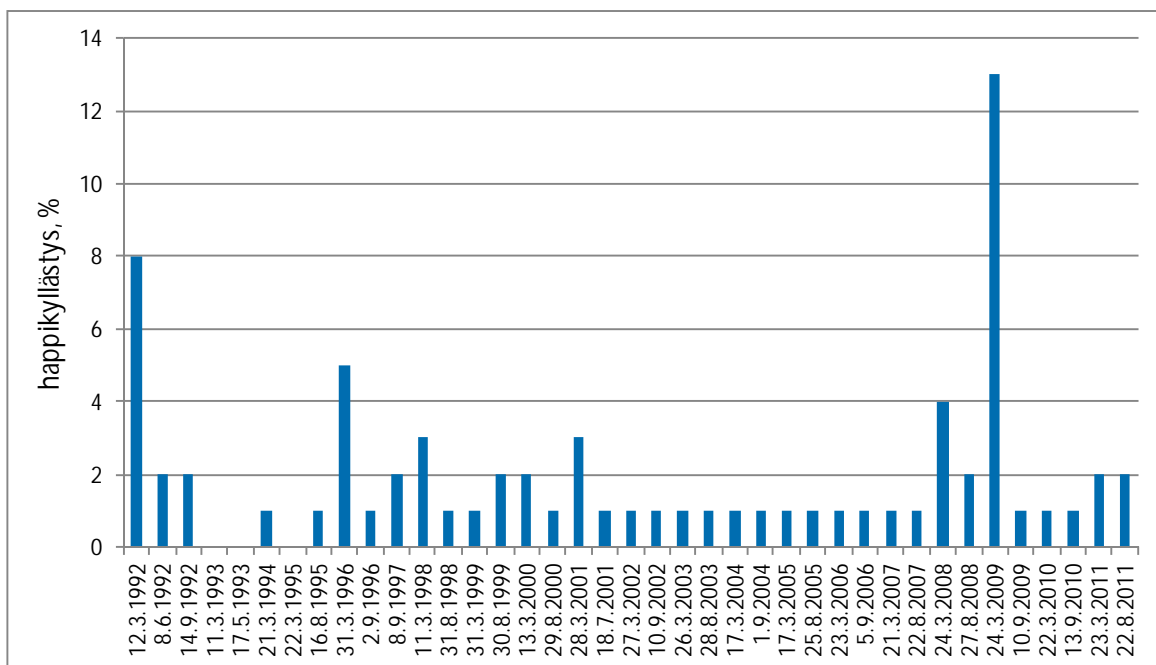
Kuva 10. Syvälammen hapen kyllästys (%) yhden metrin syvyydessä vuosina 1992 – 2011.

Syvälammen syväne on ollut käytännössä hapeton useiden vuosien ajan. Happikatoja esiintyy sekä kesäisin että talvisin (kuva 11). Samoin hapen kyllästysprosentti kertoo erittäin huonosta happitilanteesta pohjanläheisessä vedessä (kuva 12).





Kuva 11. Syvälammen happipitoisuus (mg/l) pohjanläheisessä vedessä (12 m).

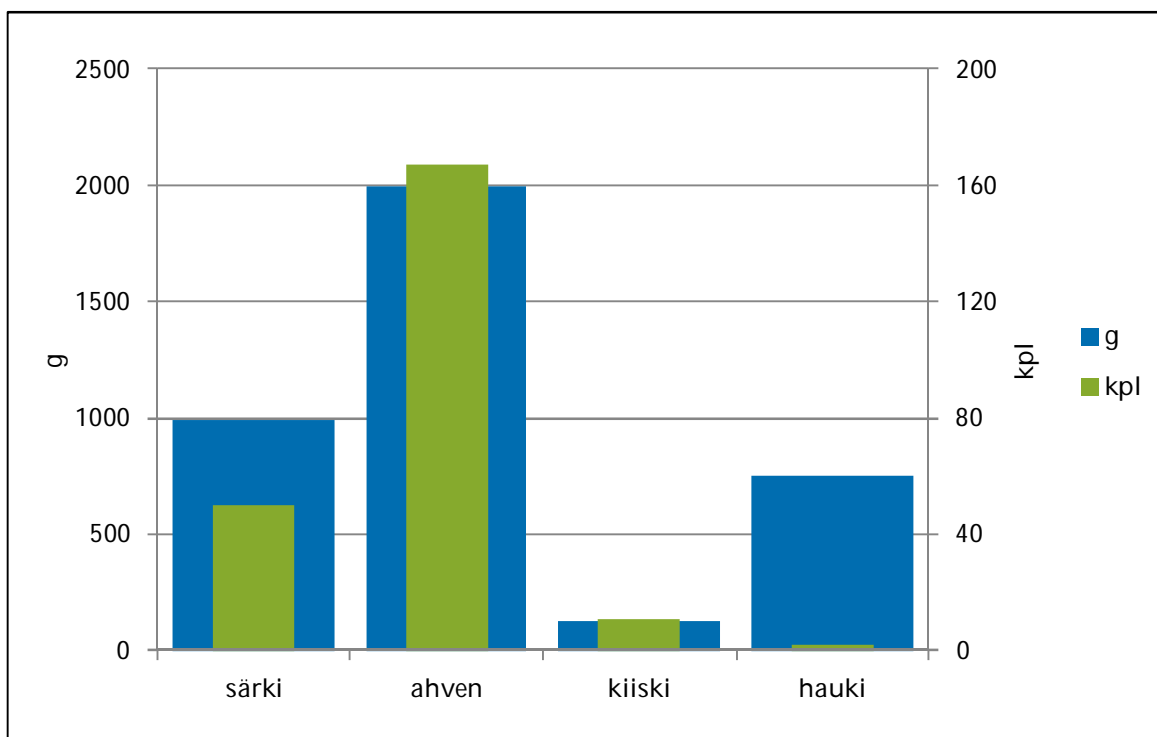


Kuva 12. Syvälammen hapen kyllästys (%) pohjanläheisessä vedessä (12 m).

## 3.2 Kalasto

Kalastoa koskevan kappaleen ovat kirjoittaneet Anne-Marie Hagman ja iktyonomi Petri Savola.

Syvälammessa tehtiin koekalastus 4. – 5.8.2011. Kalaston tila näyttäisi tämän koekalastuksen perusteella olevan hyvä. Koekalastuksen perusteella Syvälammen kalasto on ahvenvaltainen. Ahvenia oli kokonaissaaliista yli puolet (52 %) massan ja lähes kolme neljäsosaa (73 %) lukumäärän perusteella arvioituna (kuva 13). Särkiä oli noin neljännes massasta ja viidennes lukumäärästä.



Kuva 13. Koekalastuksen saaliin jakautuminen eri kalalajeihin lukumäärittäin ja massoittain tarkasteltuna.

Saaliissa särki- ja ahvenkalojen suhde on hyvä, särkikalojen osuus saaliin painosta on 44 prosenttia. Ahvenkalat ovat vallitseva lajiryhmä sekä biomassan että lukumäärän perusteella. Petokalaindeksi eli F/C-suhde on kokonaissaaliin painosta laskettuna 2,1. Petokalaindeksi lasketaan jakamalla saaliskalojen F (forage fishes, rehukala) paino petokalojen painolla C (carnivorous fishes, petokala). Luku on niin alhainen, että sen perusteella petokaloja olisi järvestä jopa liikaa. Swingle (1950) on esittänyt aikoinaan, että petokalaindeksi tulisi olla välillä 3 – 6. Jos suhde on alle 2,7; petokaloja katsotaan olevan liikaa. On huomioitava, että yhden koekalastuskerran saaliissa sattumalla on suuri merkitys, esimerkiksi siihen montako isokokoista haukea saaliissa on.

Verkkokoekalastuksen perusteella yksikkösaaliit ovat erittäin alhaiset ja järven kalakanta näyttää olevan tasapainoinen. Syvälammen kalasto koostuu tämäntyyppisten pienten järvien normaaleista lajeista, pois lukien lahna, jota ei koeverkkoisaaliissa esiintynyt.

Järvestä on erittäin vahva petokalakanta, mikä osaltaan on auttanut pitämään kokonaiskalamäärän ja erityisesti särkikalojen osuuden alhaisena. Toisaalta kannan runsaus on voinut vaikuttaa kalojen kasvuun sitä hidastaen. Syvälammen ahvenet ovat hidaskasvuisia koekalastuksesta saatujen tietojen perusteella. Heikko kasvunopeus voi selittyä vähäisellä ravinnon määrällä ja ravintokilpailulla. On oletettavaa, että myös hauet kasvavat melko hitaasti.

Petokaloihin kohdistuva kalastuspaine on luultavasti melko alhainen. Muuten petokalojen määrä olisi alhaisempi, sillä runsaalla kalastuksella pienen lammen vähälukuiset petokalat vähenisivät nopeasti, koska uusia yksilöitä kasvaa tilalle hitaasti.

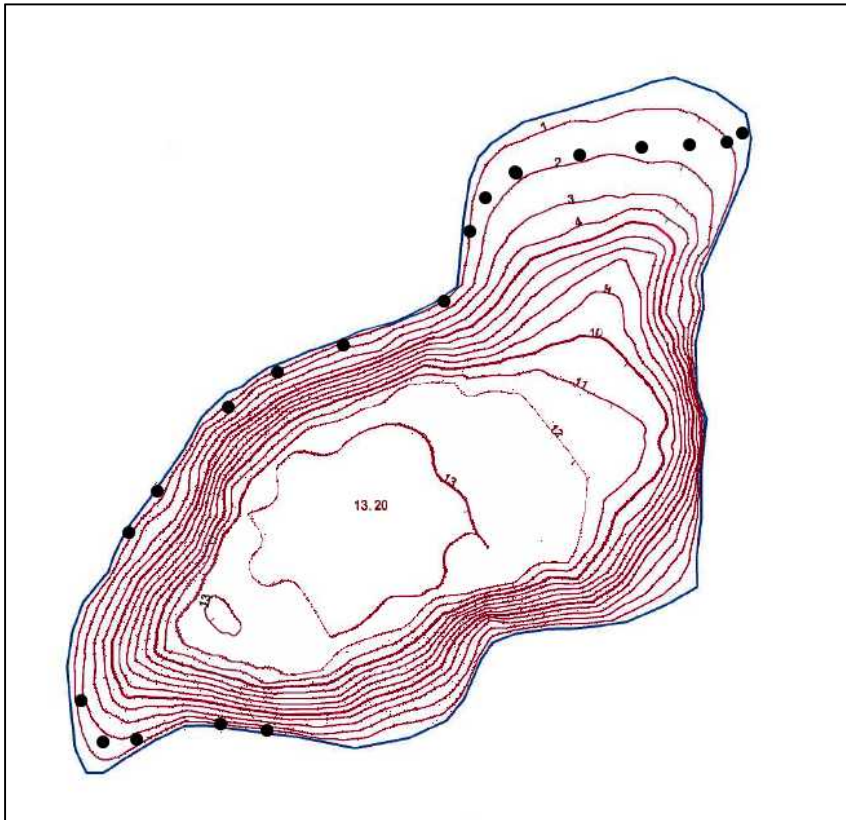
### 3.3 Kasvillisuus



Kuvat 12 ja 13. Syvälammen vähäistä kasvillisuutta elokuussa 2011. Kuvat: Anne-Marie Hagman

Syvälammen vesikasvillisuus on vähäistä. Rannoilla on jonkin verran kelluslehtisiin kuuluvaa ulpukkaa (*Nuphar lutea*) ja lummetta (*Nymphaea candida*). Järven pohjoispäässä esiintyi myös uis-tinvitaa (*Potamogeton natans*) ja järvikortetta (*Equisetum fluviatile*). Pienessä saarella oli le-veälehtistä osmankäämiä (*Typha latifolia*). Rannoilla oli suomaille tyypillistä kasvillisuutta, kuten suopursua (*Rhododendron tomentosum*). Ilmaversoisista veiskasveista havaittiin järvikortteen lisäksi saroja (*Carex* sp.) ja järviruokoa (*Phragmites australis*). Uposlehtisiä vesikasveja ei havaittu, vaikka niiden esiintymistä koetettiin selvittää silmämääräisesti. Tosin uposlehtisiä ei yritetty etsiä esimerkiksi haraamalla. Järven vesi on väriltään ruskeaa ja kirkasta. Kasvillisuus sijoittuu pääosin järven pohjois- ja eteläpäihin. Eteläranta on paikoitellen jyrkkää kalliorantaa, ja siellä kasvillisuus on erittäin vähäistä.

Syvälammen kasvillisuusrajat piirrettiin syvyyskarttaan kasvillisuuskartoituksen ja ilmakeinon perusteella (kuva 14).

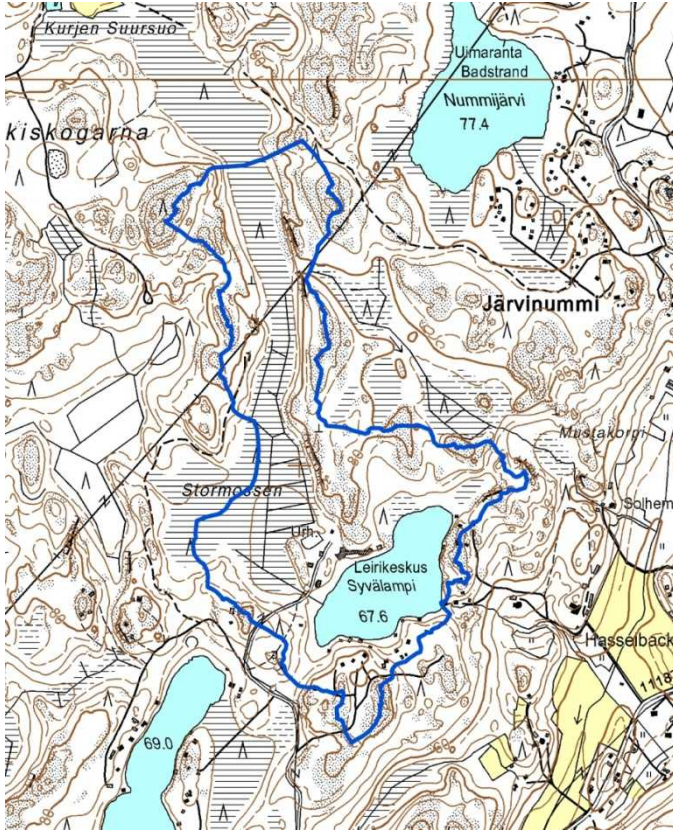


Kuva 14. Syvälammen kasvillisuusrajat. Vedenpinnan korkeus syvyyden mittaushetkellä oli N60 +67,60. Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/11 ja SYKE.



## 4 Kuormitus selvitys

Syvälammen valuma-alue on kooltaan 58 ha (kuva 15). Valuma-alueella on pääosin metsää, suota ja kalliota. Peltaja tai kotieläimiä ei ole valuma-alueella. Järven ympärillä on kymmenkunta kesämökkiä. Syvälampeen tulee pistekuormitusta Korpirauhan leirikeskuksesta.



Kuva 15. Syvälammen valuma-alue. Mittakaava 1: 10 000. Luvat: Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/11.

### 4.1 Ulkoinen kuormitus

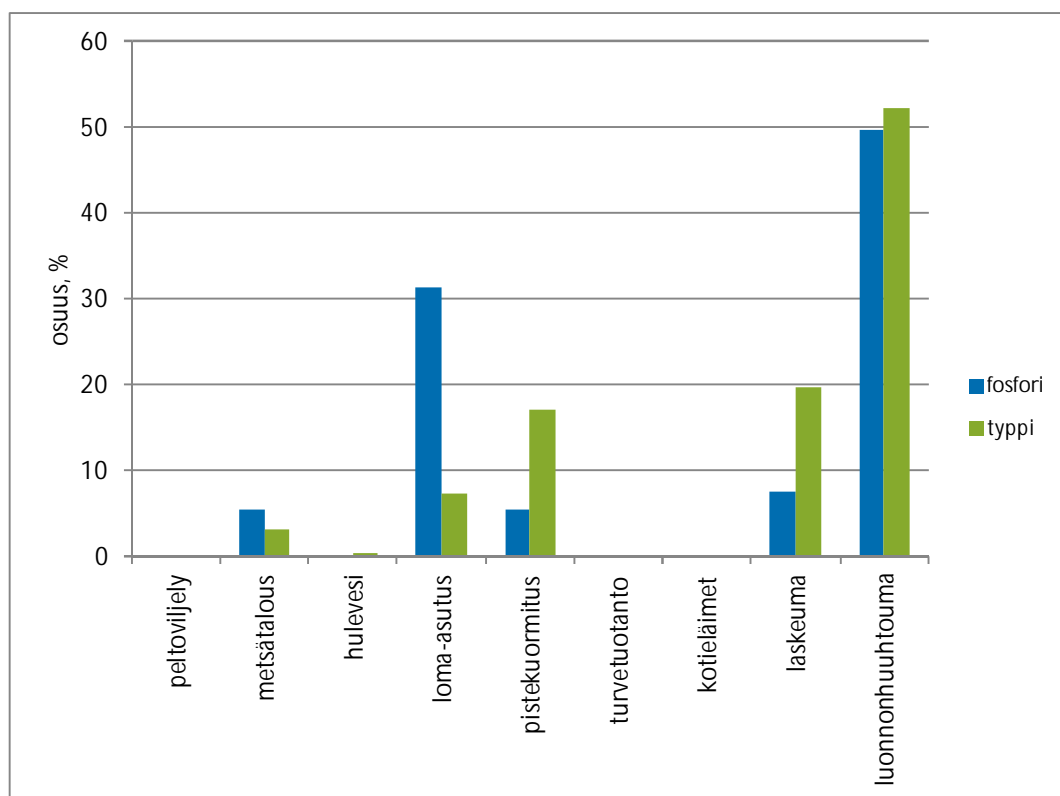
#### 4.1.1 Ulkoinen kuormitus VEPS:n mukaan arvioituna

Syvälampeen tulee laskennallisesti arvioiden noin 6,8 kg fosforia vuodessa (taulukko 5). Fosforia tulee eniten (3,4 kg) luonnonhuuhtoumana. Loma-asutus aiheuttaa muutaman kilon fosforikuormituksen. Myös typpeä tulee eniten luonnonhuuhtoumana (98 kg). Loma-asutus aiheuttaa 14 kg suuruisen typpi kuormituksen. Pistekuormitus aiheutuu Korpirauhan leirikeskuksen jäteveden puhdistamon toiminnasta.

Taulukko 5. Syvälammen ulkoinen fosfori- ja typpikuormitus sekä niiden osuudet kokonaiskuormituksesta.

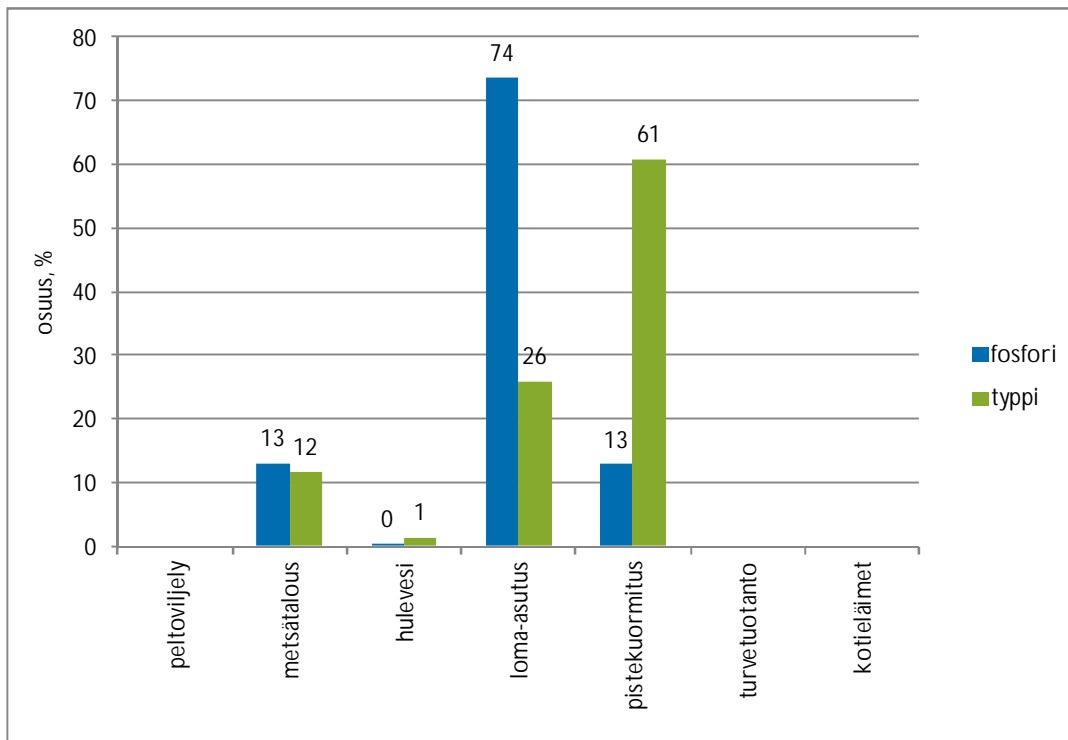
	fosfori, kg/a	osuus, %	typpi, kg/a	osuus, %
peltoviljely	0	0	0	0
metsätalous	0,4	5,6	6	3,3
hulevesi	0	0,2	1	0,4
loma-asutus	2	31,4	14	7,3
pistekuormitus vuonna 2009	0,4	5,5	32	17,1
turvetuotanto	0	0	0	0
kotieläimet	0	0	0	0
laskeuma	0,5	7,6	37	19,6
luonnonhuuhtouma	3,4	49,8	98	52,3
<b>Yhteensä</b>	<b>6,7</b>	<b>100</b>	<b>188</b>	<b>100</b>

Luonnonhuuhtouma aiheuttaa suurimman osan Syvälampeen tulevasta ulkoisesta kuormituksesta (kuva 16). Sen osuus fosforikuormituksesta ja typpikuormituksesta on noin 50 %. Tähän kuormituslähteeseen ei voida vaikuttaa. Loma-asutus aiheuttaa vajaan kolmanneksen fosforikuormituksesta ja 7 % typpikuormituksesta. Typeä tulee ilmaperäisenä laskeumana noin viidennes typpikuormituksesta. Korpirauhan leirikeskuksen osuus on 5 % fosforilla ja yli 15 % typellä.



Kuva 16. Syvälammen ulkoinen fosfori- ja typpikuormitus (%) jaettuna eri kuormituslähteisiin.

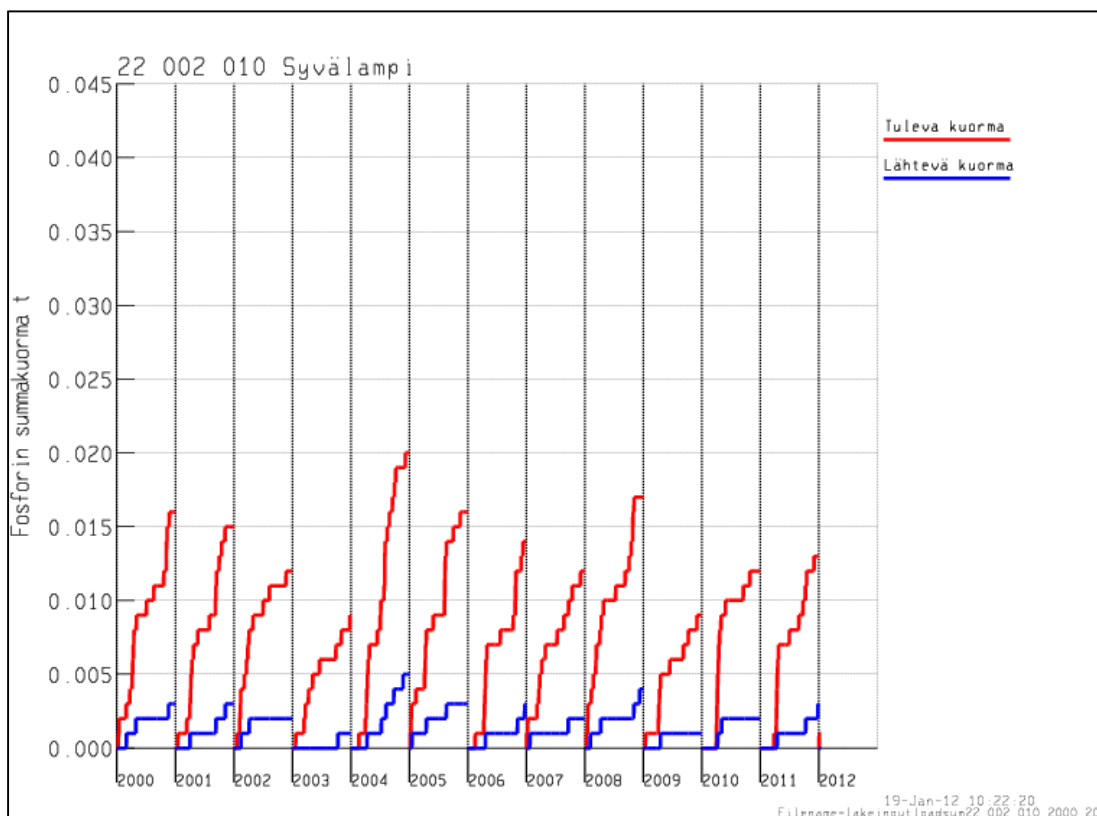
Jos kuormitusta tarkastellaan poistamalla luonnonhuuhtouman ja laskeuman osuus, muuttuu tilanne jonkin verran. Laskeumaan ja luonnonhuuhtoumaan ei ole mahdollista vaikuttaa, joten vähennykset täytyy tehdä tarvittaessa muista sektoreista. Tällöin fosforin osalta nousee tärkeimmäksi lähteeksi loma-asutus. Typen osalta korostuu Korpirauhan leirikeskuksen (pistekuormitus) aiheuttama kuormitus (kuva 17).



Kuva 17. Syvälammen ulkoinen fosfori- ja typpikuormitus (%) jaettuna eri kuormituslähteisiin. Tarkastelusta on otettu luonnonhuuhtouma ja laskeuma pois.

#### 4.1.2 Ulkoinen kuormitus SYKE:n vesistömallin perusteella arvioituna

SYKE:n vesistömallin mukaan Syvälampeen on tullut vuosittain fosforia 9 - 20 kg vuosina 2000 – 2011 (kuva 17). Keskiarvoksi näiltä vuosilta saadaan 14 kg fosforia vuodessa. Tämä on noin kaksi kertaa VEPS:n avulla laskettua kuormitusarviota suurempi. Vuonna 2001 Syvälammen ulkoiseksi fosforikuormitukseksi arvioitiin 10 kg (Saarijärvi 2001).



Kuva 17. Syvälampeen tuleva fosforikuormitus SYKE:n vesistömallin mukaan.

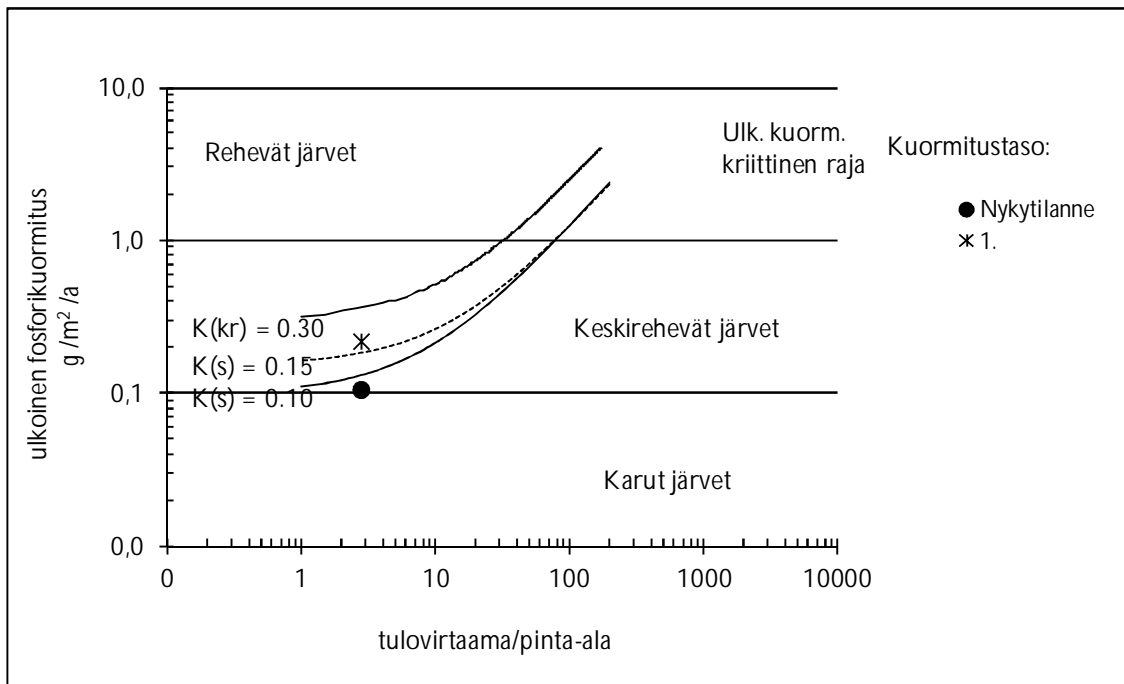
#### 4.1.3 Kuormituksen sietokyvyn arviointi Vollenweiderin mallilla

Syvälammen ulkoinen kuormitus on hyvin vähäistä VEPS:n mukaisesti arvioituna. Vollenweiderin (1976) mallin mukaan fosforikuormitus on kriittisen ja sallitun kuormituksen alapuolella (kuva 18). Mallin mukaan fosforikuormitusta ei tarvitse vähentää. Kuitenkin jos Vollenweiderin mallissa tarkastellaan SYKE:n vesistömallista saatua kuormitusarviota, huomataan, että kuormitus olisikin liian suurta.

Ulkoisen kuormituksen arvioiminen mallien avulla antaa yleensä tietoa kuormituksen suuruusluokasta ja eri kuormituslähteiden osuuksista. Tässä työssä käytetyt arviot eroavat suhteellisesti aika paljon, vaikka määrällinen ero on vain 7 kg. VEPS:n ominaiskuormituslukujen avulla laskettu arvio perustuu tämän hetkiseen tietoon valuma-alueen kuormituslähteistä. Tässä arviossa valuma-alue on hyvin tarkasti määritetty. SYKE:n mallissa valuma-alue on suurempi, mikä varmasti selittää myös fosforikilojen määrän kasvua.

Koska VEPS:n ominaiskuormituslukuihin pohjautuva kuormitusmalli perustuu erittäin tarkkaan valuma-alueajaukseen ja tämän hetkisiin tietoihin valuma-alueella olevista kuormituslähteistä, luotetaan tässä työssä tähän arvioon. SYKE:n mallista saatu arvio antaa kuitenkin tietoa siitä, että kuormitus ei saa kasvaa paljoakaan kilomäärinä. Muuten järven sietokyky ylittyy ja tila alkaa heikentyä.





Kuva 18. Syvälammen ulkoinen fosforikuormitus alittaa sekä kriittisen että sallitun kuormituksen nykytilanteessa Vollenweiderin (1976) mallilla arvioituna. Kuormitusta ei tarvitse mallin mukaan vähentää. Kuvassa näkyy myös numerolla 1. merkittynä SYKE:n mallin antama kuormitusmäärä, joka ylittää järven sietokyvyn.

## 4.2 Sisäinen kuormitus

Järvessä syntyvän sisäisen kuormituksen suuruutta on hankalampi arvioida. Jos tiedetään sedimentoituvan aineksen määrä tai sedimentaationopeus, on mahdollista laskea sisäisen kuormituksen määrää. Yleensä tällaisia mittaustietoja ei ole saatavilla, minkä takia sisäistä kuormitusta arvioidaan välillisesti.

Tässä työssä sisäistä kuormitusta arvioidaan kolmella tavalla. Yksi tapa pohjautuu vedenlaatu- ja biologisiin tietoihin, toinen on suora SYKE:n mallista saatava arvio ja kolmas tapa perustuu ulkoisen kuormituksen suuruuteen.

### 4.2.1 Arviointi veden laatuun ja biologisiin tekijöihin perustuen

Syvälammen havaittujen kokonaisfosforipitoisuuksien perusteella lasketut klorofylli-a-pitoisuudet oli vuosina 2000 ja 2001 havaittua klorofylli-a-pitoisuutta selvästi alhaisempia (taulukko 6). Klorofylli-a-pitoisuuksia ei ollut kuin näiltä vuosilta. Olisi erittäin tärkeää, että klorofylli-a-pitoisuuksia määritettäisiin vuosittain. Mallin mukaan levää näyttäisi syntyvän selvästi enemmän kuin tietyllä kokonaisfosforipitoisuudella voisi syntyä.

Syvälammissa on esiintynyt vuosina 1999 ja 2000 havaittavia sinileväkukintoja. Klorofylli-a- ja kokonaisfosforipitoisuuden suhde oli 1,2 vuonna 2000 ja 1,5 vuonna 2001. Molemmat luvut kertovat, että kalastolla olisi veden laatua heikentävä vaikutus. Toisaalta kalasto on todettu koekalastuksissa ahvenvaltaiseksi.

Todennäköisesti Syvälammen klorofylli-a-pitoisuutta voi nostaa myös limalevä, joka esiintyy usein karuissa metsälammissa. Kyseinen levä ei aiheuta näkyviä kukintoja, vaan uimari tuntee sen olemassaolon limaisena kalvona ihollaan.

Taulukko 6. Syvälammen lasketut ja havaitut klorofylli-a-pitoisuudet.

Havaitun kokonaisfosforipitoisuuden perusteella lasketut klorofylli-a-pitoisuudet, µg/l	Havaitut klorofylli-a-pitoisuudet, µg/l
5,4	15 (4.7.2000)
6,6	11 (25.6.2001)
5,4	20 (18.7.2001)
3,7	7,4 (20.8.2001)

Verrattaessa Syvälammen pinnan ja pohjan läheisen veden happi- ja kokonaisfosforipitoisuuksia huomataan, että alhaisissa happipitoisuuksissa sedimentistä on alkanut vapautua fosforia (taulukko 7). Ilmiö on havaittavissa vuosittain. Erityisesti maaliskuussa 2001, elokuussa 2003 ja syyskuussa 2006 pohjanläheisen veden kokonaisfosforipitoisuudet ovat olleet selvästi pinnan läheisen veden pitoisuuksia korkeampia.

Taulukko 7. Syvälammen happi- ja kokonaisfosforipitoisuudet pinnan ja pohjan läheisessä vedessä vuosina 2000 – 2010.

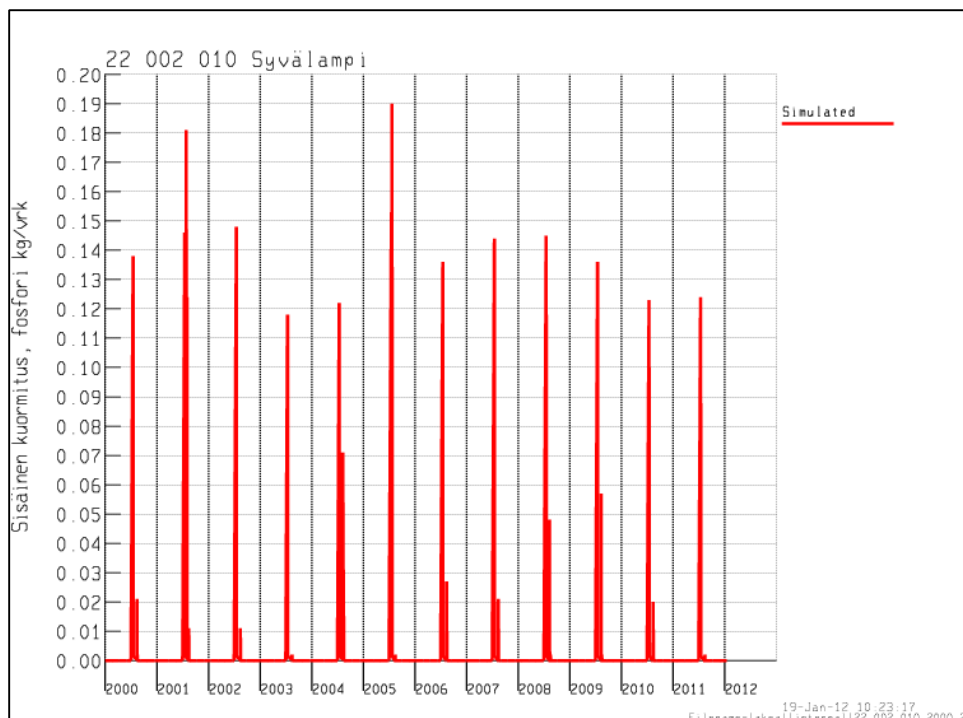
	1 metri	12 metriä	1 metri	12 metriä
	Happi, mg/l	Happi, mg/l	Kokonaisfosfori, µg/l	Kokonaisfosfori, µg/l
13.3.2000	7	0,2	9	75
29.8.2000	8,8	0,1	17	57
28.3.2001	7,7	0,3	11	100
18.7.2001	8,4	0,1	13	39
27.3.2002	6,6	0,1	8	49
10.9.2002	8,3	0,1	13	69
26.3.2003	5,7	0,1	12	56
28.8.2003	7,9	0,1	15	130
17.3.2004	8,6	0,1	12	53
1.9.2004	6,4	0,1	13	48
17.3.2005	5,7	0,1	12	48
25.8.2005	7,9	0,1	20	65
23.3.2006	6,7	0,1	11	65
5.9.2006	8,1	0,1	14	100
21.3.2007	8,1	0,2	12	54
22.8.2007	8,1	0,1	15	30
24.3.2008	7,5	0,5	9	56
27.8.2008	8,2	0,2	8	55
24.3.2009	7,5	1,7	9	42
10.9.2009	8	0,1	13	45
22.3.2010	6,8	0,1	11	45
13.9.2010	7,7	0,1	13	47
23.3.2011	9,5	0,3	9	48
22.8.2011	7,8	0,3	15	58

#### 4.2.2 Sisäinen kuormitus SYKE:n vesistömallin perusteella arvioituna

SYKE:n vesistömallin mukaan Syvälammen pohjasta vapautuu fosforia enimmillään 0,19 kg vuorokaudessa (kuva 19). Sisäistä kuormitusta vapautuu keskimäärin kesä – elokuussa. Vesistömallin mukaan Syvälammen ulkoinen fosforikuormitus on 9 – 20 kg vuodessa. Sisäisen kuormituksen suuruuden keskiarvoksi vuosilta 2000 – 2011 saatiin 1,2 kg fosforia vuodessa (taulukko 8). Vuonna 2011 Syvälammen sisäinen kuormitus oli noin 0,9 kg fosforia.

Taulukko 8. Syvälammen sisäisen kuormituksen suuruus SYKE:n vesistömallin mukaan.

Vuosi	Fosforia, kg/vuosi
2000	1,1
2001	1,4
2002	1,3
2003	0,8
2004	1,1
2005	1,6
2006	1,2
2007	1,2
2008	1,3
2009	1,1
2010	0,9
2011	0,9
Keskiarvo	1,2



Kuva 19. Syvälammen sisäinen kuormitus SYKE:n vesistömallin mukaan.

#### 4.2.3 Arviointi ulkoisen kuormituksen mukaan

Syvälampeen tulevan fosforikuormituksen (VEPS ja SYKE:n vesistömallin ulkoisen kuormituksen arvio) perusteella lasketut vesimassan kokonaisfosforipitoisuudet olivat havaittuja pitoisuuksia selvästi korkeampia vuosina 2007, 2008 ja 2010 (taulukko 9). Tämä kertoisi siitä, että mallin mukaan Syvälammen sedimentti pystyisi pidättämään ravinteita, eikä siellä olisi sisäistä kuormitusta. Vuonna 2009 syyskuussa Syvälammen pinnan läheisen veden kokonaisfosforipitoisuus oli selvästi korkeampi kuin järvestä yleensä mitatut pitoisuudet. Kyseinen pitoisuus on suurempi kuin VEPS:n mukaan arvioidun ulkoisen kuormituksen perusteella laskettu kokonaisfosforipitoisuus. Toisaalta SYKE:n vesistömallin antaman ulkoisen kuormituksen arvion perusteella laskettu kokonaisfosforipitoisuus on vielä mitattu hieman korkeampi.

Taulukko 9. Syvälammen lasketut keskimääräiset ja mitatut fosforipitoisuudet.

Tuleva fosforikuormitus, kg/a	Keskimääräinen laskettu fosforipitoisuus, µg/l	Mitattu fosforipitoisuus, µg/l
6,75	25	15 (elokuu 2007) 8 (elokuu 2008) 45 (syyskuu 2009) 13 (syyskuu 2010)
14	51	

### Yhteenveto

Veden laadun ja biologisten muuttujien perusteella arvioituna Syvälammissa on sisäistä kuormitusta. Ulkoiseen kuormitukseen perustuvan mallin mukaan Syvälammissa ei olisi sisäistä kuormitusta. Mallissa verrataan laskennallista kokonaisfosforipitoisuutta pinnan läheisen veden kokonaisfosforipitoisuuteen. Jos vertailu tehtäisiin koko vesipatsaan kokonaisfosforipitoisuuksien keskiarvona, olisi havaittu keskimääräinen pitoisuus jonkin verran suurempi. Myös havaitut kokonaisfosforipitoisuudet pohjan läheisestä vedestä vahvistavat fosforin vapautumisen sedimentistä lähes vuosittain. Myös Saarijärvi oli arvioinut sisäisen kuormituksen suuruudeksi 15 kg fosforia vuodessa (Saarijärvi 2001). Tältä pohjalta voidaan päätyä siihen käsitykseen, että Syvälammissa esiintyy säännöllisesti sisäistä kuormitusta.

## 5 Tavoitteet

Syvälammessa on vähäistä kunnostustarvetta. Järvellä on havaittu ainoastaan kaksi kertaa leväkukintoja levähaittarekisterin mukaan. Pohjanläheisen veden alhainen happipitoisuus on suurin ongelma, hapen loppuessa huonoimmillaan jo kuuden metrin syvyydessä. Pohjanläheisessä vedessä on tällöin havaittu selvästi korkeita kokonaisfosforipitoisuuksia. Myös pinnan läheisessä vedessä on havaittu alhaisia hapen kyllästysarvoja. Järven kalaston rakenne on hyvä ja kasvillisuus hyvin vähäistä. Syvälampeen tulevaa ulkoista kuormitusta ei tarvitse mallien mukaan vähentää.

Tavoitteena Syvälammen kunnostukselle olisi parempi vedenlaatu. Lähinnä olisi tärkeää saada veden happipitoisuus paremmaksi. Kalaston rakenteen säilyttäminen nykyisenlaisena on hyvä tavoite. Samoin olisi tärkeää estää ulkoisen fosforikuormituksen lisääntyminen. Myös sisäisen kuormituksen syntymisen estäminen on oleellinen tavoite.

Happipitoisuus pysyisi hyvänä sekä kesäisin että talvisin. Alusveden happipitoisuuden pitäisi olla yli 2 mg/l, jolloin pohjasta ei pääsisi vapautumaan ravinteita. Tämä vähentäisi sisäistä kuormitusta. Suurin osa kalalajeistamme välttää alueita, joilla happipitoisuus on alhaisempi kuin 5 mg/l. Laajoja kalakuolemia esiintyy järvissä kun happipitoisuus laskee alle 3 mg/l (Ympäristöhallinto 2012a). Lohikalat viihtyvät parhaiten runsashappisissa vesissä, joiden happipitoisuus on 8 - 10 mg/l. Ne alkavat kärsiä hapen puutteesta, kun pitoisuus laskee ollen 3,5 - 4 mg/l. Särki- ja ahvenkaloille, hauelle ja mateelle riittävä happipitoisuus on 6 - 8 mg/l. Niillä alkaa esiintyä hapenpuutosoireita, kun pitoisuus on lähelle 2 mg/l. Ruutana tulee toimeen hyvinkin vähähappisissa oloissa (< 1 mg/l) (Ympäristöhallinto 2012b). Kalojen kannalta veden happipitoisuuden pitäisi olla 4 mg/l. Tällöin myös suuret hauet selviäisivät talven ylitse.



## 6 Mahdollisia menetelmiä Syvälammen kunnostamiseen

### 6.1 Kuormituksen vähentäminen

#### 6.1.1 Ulkoinen kuormitus

Syvälampeen tulevaan ulkoiseen kuormitukseen tulee kiinnittää huomiota. Etenkin kesämökkiasutuksen jätevedet on hyvä käsitellä mahdollisimman tehokkaasti. Korpirauhan puhdistamosta tulee jatkuvasti kuormitusta, sen ollessa ainoa pistekuormituslähde. Siksi leirikeskuksen puhdistamon toiminnan tulee jatkossakin olla hyvällä tasolla ja kuormituksen mahdollisimman vähäistä.

Koska Syvälampi on pintaveden kokonaisfosforipitoisuuden perusteella aika karu järvi, sen tila voi heikentyä nopeasti, jos kuormitustilanteessa tapahtuu muutoksia. Siksi esimerkiksi valuma-alueella tehtävät metsän hakkuut voivat aiheuttaa suuren ravinnemäärän järveen.

Vollenweiderin mallin mukaan Syvälammen ulkoinen fosforikuormitus ei aiheuta järvelle rehevöitymishaittoja, eikä sen määrää tarvitse vähentää. Järven valuma-alueella ei ole maataloutta, eikä kotieläimiä. Asutus on suhteellisen vähäistä, tosin se rajoittuu järven ranta-alueelle. Korpirauhan leirikeskuksen puhdistamo on toiminut lupaehtojen mukaisesti.

##### 6.1.1.1 Korpirauhan leirikeskuksen aiheuttama kuormitus

Syvälampeen tulee pistekuormitusta Helsingin evankelis-luterilaisen seurakuntayhtymän omistamasta Korpirauhan leirikeskuksesta. Leirikeskuksen puhdistamon käyttö ja käsitellyn jäteveden johtaminen perustuu Siuntion kunnan ympäristölautakunnan myöntämään lupaan. Kuormituksen vaikutusta tarkkaillaan leirikeskuksen ja Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry:n yhteistyönä (Valtonen 2010).

Korpirauhan puhdistamo on bioroottoripuhdistamo. Bioroottorikäsitellyn jälkeen jätevesi saostetaan saostuskemikaaleilla, jonka jälkeen vedet johdetaan maahanimeytyskenttään (Valjus 2010). Imeytyskenttä parantaa ja tasaa puhdistamo-osuuden saavuttamaa tulosta (Valtonen 2010). Maasuodattimesta vesi johdetaan ojan kautta Stormossen-nimiseen suohon. Suosta vesi päättyy ojan kautta Syvälampeen. Vesinäytteissä voidaan havaita, että vuodesta 1997 alkaen pinnan läheisen veden kokonaisfosforipitoisuudet ovat olleet pääsääntöisesti alhaisempia kuin aiempina vuosina. Tämä saattaa selittyä Korpirauhan jäteveden puhdistamon puhdistuksen tehostumisesta vuonna 1995 tulleiden tiukempien vaatimuksien seurauksena.

Puhdistamon puhdistustulos on täyttänyt lupaehdot vuosina 2004 – 2008. Tulostaso on ollut erittäin hyvä (Jokinen 2009). Myös vuonna 2009 puhdistuksen kokonaistulos saavutti luparajat (Valtonen 2010). Helsingin seurakuntayhtymä voi käsitellä Korpirauhan leirikeskuksen alueella muodostuvat viemäroidyt jätevedet omassa puhdistamossaan, koska nykyinen toiminta ja sitä koskevat määräykset täyttävät ympäristönsuojelulain (86/2000) vaatimukset nykyisellä kuormituksella. Lisäksi puhdistamon toiminta täyttää yhdyskuntajätevesiasetuksen (888/2006) vaatimukset.

##### 6.1.1.2 Haja-asutuksen aiheuttama kuormitus

Haja- ja loma-asutuksen osuus ulkoisesta fosforin kokonaiskuormituksesta on noin 30 %. Tämä vastaa laskennallisesti arvioituna 2 kg fosforia vuodessa. Jos luonnonhuuhtouma ja laskeuma jätetään tarkastelusta pois, kasvaa loma-asutuksen fosforikuormituksen osuus ollen 74 %. Tähän kuormituslähteeseen pitää kiinnittää huomiota ja vähentää sitä. Haja-asutuksen jätevesien fosfori on suoraan leville käyttökelpoisessa muodossa, minkä vuoksi jätevesikuormitus rehevöittää järveä hyvin helposti.

Lainsäädäntö muuttui jätevesien käsittelyn osalta vuonna 2011. Tällöin annettiin valtioneuvoston asetus 209/2011 talousvesien käsittelystä vesihuoltolaitosten viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla. Asetus tuli voimaan 15.3.2011 ja se korvasi aiemman asetuksen (542/2003). Asetuksen 3 §:ssä annetaan vähimmäisvaatimukset jätevesien puhdistustasolle. Sen mukaan talousjätevedet on puhdistettava siten, että ympäristöön aiheutuva kuormitus vähenee orgaanisen aineen osalta vähintään 80 prosenttia, kokonaisfosforin osalta vähintään 70 prosenttia ja kokonaistypen osalta vähintään 30 prosenttia verrattuna haja-asutuksen kuormitusluvun avulla määritettyyn käsittelemättömän jäteveden kuormitukseen. Asetuksen 4 §:ssä määritetään ohjeellinen puhdistustaso pilaantumiselle herkillä alueilla. Alueella, jota koskevat ympäristönsuojelulain 19 §:n nojalla annettavat kunnan ympäristönsuojelumääräykset ympäristöön johdettavien jätevesien enimmäiskuormituksesta, tulisi talousjätevesien puhdistustason olla sellainen, että ympäristöön aiheutuva kuormitus vähenee orgaanisen aineen osalta vähintään 90 prosenttia, kokonaisfosforin osalta vähintään 85 prosenttia ja kokonaistypen osalta vähintään 40 prosenttia verrattuna haja-asutuksen kuormitusluvun avulla määritettyyn käsittelemättömän jäteveden kuormitukseen. Kunta voi lieventää tai tiukentaa kyseisiä määräyksiä. Vesiensuojelun kannalta tärkeälle alueelle voidaan myös antaa määräys jätevesien johtamisesta alueen ulkopuolelle tai kokonaan pois kuljettamisesta (Mattila 2005).

Vesiensuojelun kannalta kiinteistökohtaisten kuivakäymälöiden käyttö on erittäin suositeltavaa. Kuivakäymälä on käymälä, joka ei käytä vettä virtsan eikä ulosteiden kuljettamiseen. Kuivakäymälän on oltava tiiviillä pohjalla, eikä käymälästä saa valua nesteitä maahan. (Hinkkanen 2006).

Suosittelavaa on, että myös haja-asutusalueella kiinteistöt liitetään vesihuoltolaitosten viemäriverkostoon missä se on mahdollista. Alueet, jotka on tarkoituksenmukaista saattaa viemäroinnin piiriin, tulee esittää kunnan vesihuollon kehittämissuunnitelmassa. Siuntion kunnan vesihuollon kehittämissuunnitelma on vuodelta 2009. Syvälammen valuma-alueella ei ole perusteilla vesiosuuskuntia, mutta järven itäpuolelle on merkitty Myllylammen kehittämistarvealue. Sen toteuttaminen jää kuitenkin asukkaiden vastuulle ja vaatii vesiosuuskunnan perustamista. Monissa kunnissa viemäriverkostoa laajennetaan jatkuvasti. Pelkkä vesijohtoverkoston laajennus ei ole hyvä asia vesiensuojelulle vaan se kasvattaa vesistöön kohdistuvaa kuormitusta, jos vesijohdon lisäksi ei ole viemärointia.

Lisätietoja haja-asutuksen jätevesien käsittelystä löytyy Länsi-Uudenmaan Hajajätevesi-hankkeen ([www.hajavesi.fi](http://www.hajavesi.fi)) ja Suomen ympäristökeskuksen ([www.ymparisto.fi/hajajatevesi](http://www.ymparisto.fi/hajajatevesi)) Internet-sivuilta.

#### **6.1.1.3 Metsätalouden kuormitus**

Metsätalouden osuus Syvälammen laskennallisesta fosforikuormituksesta on 5,6 % ja 3,3 % typpi-kuormituksesta. Jos määrästä vähennetään luonnonhuuhtouman ja laskeuman vaikutus, osuuksi tulee 13 % fosforille ja 12 % typelle. Paikallisesti metsätaloudellisilla toimenpiteillä voi olla suurtakin vaikutusta järven veden laatuun.

Metsätalouden toimenpiteistä kuormitusta aiheuttavat ojitus, lannoitus, avohakkuut ja maanpinnan käsittely hakkuiden jälkeen. Kuormituksen arvioidaan kestävän 5 – 10 vuotta, jonka jälkeen kuormitusarvot arvot alkavat lähestyä luonnonhuuhtoumaa (Mattila 2005).

Ymparisto.fi -sivustoilla kerrotaan seuraavaa (Ympäristöhallinto 2012c): "Metsätaloudessa käytetyt vesiensuojelumenetelmiä ovat toimenpiteet ojituksessa, kaivu- ja perkauskatkot, pohjapadot, maan muokkauksen keventäminen, lannoituksen vähentäminen, torjunta-aineiden käytön välttäminen, lietekuopat ja -taskut, suojavyöhykkeet, laskeutusaltaat ja pintavalutuskentät."

Samoilla Internet-sivuilla löytyy toimenpidekohtaisesti tietoa. [www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi) > Vesistöjen kunnostus ja hoito > Jokien kunnostus > RiverLife-jokietopaketti > Menetelmiä jokien hoitoon > Maankäytön vesiensuojelumenetelmiä > Metsätalouden vesiensuojelu.

Oikealla ajoituksella, kaivun jaksotuksella ja ojakohtaisilla selkeytysmenetelmillä voidaan vähentää kaivutöiden yhteydessä tapahtuvaa kiintoaineen huuhtoumista merkittävästi (Hiltunen ym. 2011). Tärkeintä on tehdä kunnostustyöt kuivana aikana. Työt tulee keskeyttää kevättulvalla ja roudan

sulamisen aikana. Ojien perkaus tulee aloittaa latvaajista ja kunnostaa viimeisenä vesistöön johtavat ojat. Tarvittaessa voidaan kaivaa lietekuoppia ja -taskuja keräämään työnaikaista kiintoainetta.

Hakkuiden aiheuttaman kuormituksen vähentämisessä tärkein tapa on jättää suojavyöhyke hakkuu- ja vesistön välille (Hiltunen ym. 2011). Vyöhykeleveys voi olla 10 – 30 m. Korjuuajankohta pitää määritellä lohko-kohtaisesti. Jos puusto- ja maastovauriot ovat todennäköisiä, tulee lohko määritellä talvikorjuuseen (Hiltunen ym. 2011).

Energiapuun korjuussa aiheutuu eniten haittoja vesistöille kannonnostossa ja energiapuun lähikuljetuksessa. Tärkeää on kerätä hakkuutähteet tarkasti pois ja vahvistaa lähikuljetuksen kokooauria tarpeen mukaan hakkuutähteillä (Hiltunen ym. 2011). Kantoja ei korjata ensimmäisen eikä toisen luokan pohjavesialueilta. Kannonnosto- ja vesistön väliin tulee jättää suojavyöhyke. Kantoja ei myöskään korjata jyrkiltä rinteiltä eikä vesistöjen ja pienvesien suojavyöhykkeiltä. Ojien varteen tulee jättää 3 m:n kaista, jolta kantoja ei nosteta. (Hiltunen ym. 2011).

Kun uudistusalan maanpintaa käsitellään, kasvaa kiintoaineksen ja ravinteiden huuhtoutuminen. Erityisesti huuhtoutumisriski kasvaa sellaisilla kohteilla, joiden vesitaloutta joudutaan järjestelmään muokkauksen yhteydessä (Hiltunen ym. 2011). Käytettävät muokkausmenetelmät ovat laikutus, äestys ja mätästys. Kullekin uudistusosalalle tai sen osalle tulee valita mahdollisimman vähän maan pintakerroksia muuttava menetelmä. Laikutus ja äestys riittävät kuivahkoilla, hyvin vettä läpäisevillä ja rinteisillä kasvupaikoilla. Rehevämmillä ja soistuneilla käytetään mätästystä. Muokattavan alan ja vesistön väliin pitää jättää suojavyöhyke. (Hiltunen ym. 2011).

Metsänlannoitus aiheuttaa ravinnekuormituksen lisääntymistä vesistöihin. Jos lannoitusta käytetään, tulee lannoitettavan kohteen vesitalouden olla kunnossa ennen toimenpiteeseen ryhtymistä. Lannoitteet tulee varastoida ja levittää siten, että ne eivät pääse suoraan vesistöön (Hiltunen ym. 2011). Lannoitettavan alueen ja vesistön väliin tulee jättää suojavyöhyke.

Lisätietoja löytyy Metsähallituksen metsätalouden ympäristöoppaasta (Päivinen ym. 2011).

### 6.1.2 Sisäisen kuormituksen vähentäminen

SYKE:n vesistömalli arvioi Syvälammen sisäisen kuormituksen suuruudeksi keskimäärin 1,2 kg fosforia vuodessa. Vuonna 2001 tehdyssä selvityksessä sisäisen kuormituksen suuruudeksi arvioitiin 15 kg vuodessa (Saarijärvi 2001). Saarijärven arvio perustuu bruttosedimentaatiomittauksiin, kun taas SYKE:n mallin takana ei ole havaintoja. Tällä perusteella voisi ajatella 15 kg:n arvion olevan lähempänä todellista.

Sisäinen kuormitus ei ole ainakaan vielä aiheuttanut selvää tilan huonontumista, mutta tilannetta tulee tarkkailla. Pinnan läheisen veden kokonaisfosforipitoisuudessa on havaittavissa jonkinlainen laskeva trendi. Pohjan läheisen veden kokonaisfosforipitoisuudet ovat olleet pääsääntöisesti aina pinnan läheisen veden pitoisuuksia korkeampia, mikä kertoo sisäisestä kuormituksesta.

Sisäistä kuormitusta voidaan vähentää tehokaluksella, hapetuksella ja kemiallisilla menetelmillä. Näistä hapetusta voidaan harkita Syvälammen kunnostukseen. Kyseistä menetelmää käsitellään jäljempänä.

## 6.2 Kalaston hoito

Kalaston hoitoa koskevan tekstin ovat kirjoittaneet Anne-Marie Hagman ja iktyonomi Petri Savola.

Syvälammen kalaston tila näyttäisi tämän koekalastuksen perusteella olevan hyvä. Kalojen väliset lajisuhteet ovat kohdallaan ja petokaloja näyttäisi olevan järvessä tarpeeksi, jotta välttyään yliihteiltä kalakannalta. Syvälammelle ei tarvitse tästä syystä istuttaa petokaloja. Tällä hetkellä kalaston suhteen ei tarvitse tehdä mitään kiireellisiä hoitotoimenpiteitä.

### 6.2.1 Kalastuksen järjestäminen ja säätely

Syvälammella on hyvä petokalakanta, jonka säilymistä kannattaa valvoa. Kotitarve- ja virkistyskalastuksella voi olla melko suuri vaikutus petokalamäärään sen kohdistuessa lähes pelkästään suurikokoisiin petokaloihin. Petokaloja voidaan suosia käyttämällä hyväksi pyyntirajoituksia, kutualue ja -aika rauhoituksia ja istutuksia. Syvälamella kalastus on ainakin tällä hetkellä vähäistä, mutta tilanteen muuttuessa kannattaa harkita rajoitusten käyttöönottoa. Myös kutualueita voidaan kunnostaa. Näillä toimenpiteillä on myönteistä vaikutusta järven ahventen ja haukien kasvuun ja määrään.

### 6.2.2 Kalaston rakenteen seuranta

Tarkan saaliskirjanpidon lisäksi tietoa kalakannan muutoksista voidaan täydentää muutaman vuoden välein tehtävillä koekalastuksilla. Koekalastuksessa suositellaan käytettävän Nordic-yleiskatsausverkkoja tai kurenuottausta. Saaliista tulee laskea ja punnita lajikohtaiset yksilömäärät. Vapautettujen peto- ja arvokalojen lukumäärät tulee laskea ja niiden paino arvioitava. Yksikkösaaliiden laskemista varten myös nuotattava pinta-ala ja apajien lukumäärä on ilmoitettava.

Nordic-verkkojen avulla on mahdollista havaita pienten, 5 – 10 cm mittaisten särkikalojen osuus kalayhteisössä. Verkkokoekalastuksen tuloksiin pitää suhtautua tietyllä varauksella pyydyksen valikoivuuden takia. Isokokoiset särkikalat jäävät usein kokonaan huomaamatta, niin kuin hauetkin. Ahventen määrä taas voi korostua, koska ne jäävät piikkisten eviensä takia verkkoihin helpommin kiinni. Kurenuottaus on vähemmän valikoiva ja antaa paremman käsityksen kalaston rakenteesta. Paras ajankohta koekalastukselle on loppukesä, jolloin järven olosuhteet ja kalojen käyttäytyminen ovat vakaita. Tällöin on erittäin tärkeää kirjoittaa ylös veden lämpötila, verkkojen lukumäärä ja pyyntiaika. Koekalastamalla voidaan arvioida vesistön kalakannan kokoa, kalayhteisön rakennetta ja eri kalalajien runsaussuhteita. Näissä tapahtuvia muutoksia on mahdollista seurata, kun verrataan eri koekalastusten yksikkösaaliita toisiinsa. Yksikkösaaliit ilmoitetaan joko kalojen lukumääränä tai massana verkkoa kohden. Yksikkösaaliissa tapahtuvien muutosten perusteella voidaan arvioida kalakannan suhteellista runsautta. Saaliin keskipaino otetaan ylös lajikohtaisesti. Myös poistopyynnin yksikkö- tai päiväsaaliista on hyvä pitää kirjaa ja tehdä tarkat saalisotannot (Kurkilahti & Rask 1999).

#### Yhteenveto

Syvälammen kalaston tila näyttää tällä hetkellä hyvältä. Jatkossa tulee kuitenkin huolehtia siitä, että petokalojen määrä pysyy riittävänä. Syvälammen haukien ja isojen ahventen suurin uhka on varmasti verkkokalastus. Vapavälineillä pyynti ei kuitenkaan ole niin tehokasta ja pyytäjät häipyvät, kun kalan tulo vähenee. Mikäli vapaa-ajan- ja kotitarvekalastuksen yhteydessä tapahtuva verkko-pyynti Syvälamella yleistyy, petokalat loppuvat melko nopeasti ja järven kalaston ja vedenlaadun tila heikkenevät.

## 6.3 Happipitoisuuden lisääminen

### 6.4.1 Yleistä hapettamisesta

Hapettaminen estää fosforin vapautumisen sedimentistä. Fosfori sitoutuu rauta- ja mangaaniyhdisteisiin hapellisissa olosuhteissa (Lappalainen & Lakso 2005). Hapetuksella voidaan rikkoa järven lämpötilakerrostuneisuus joko tarkoituksella tai tahattomasti. Kesäaikana tästä saattaa seurata sekä hyviä että huonoja vaikutuksia veden laatuun. Voimakas kerrostuneisuus estää ravinteiden siirtymisen alusvedestä pintaveteen, jolloin esimerkiksi leväkukintojen syntyminen on epätodennäköisempää. Kerrostumattomassa järvessä koko vesimassa voi sekoittua jatkuvasti, jolloin myös resuspensio kasvaa (Evans 1994). Resuspensiolla tarkoitetaan sedimentin sekoittumista vesimassaan eli järven pohjaan sedimentoituneet ainekset tulevat käyttöön uudelleen. Kerrostuneessa järvessä tyyni sää voi johtaa vesimassan vakauden kautta sinilevien parempaan kilpailukykyyn (Cooke ym. 2005). Sinilevät voivat säädellä esiintymissyvyyttään kaasuvakuoliensa avulla. Kaasu-

vakuoli on sinileväsolun sisällä oleva kaasurakkula. Kerrostuneisuuden purkautuminen lisää veden sekoittumista ja nopeasti vajoavat kasviplanktonilajit (esim. piilevät) tulevat kilpailukykyisemmiksi (Cooke ym. 2005).

Hapetuksella on vaikutuksia eliöyhteisön rakenteeseen. Kerrostuvissa järvissä alusvedessä voi olla selvästi pintakerrosta alhaisempi happipitoisuus. Myös matalissa järvissä voi esiintyä selvästi alhaisempia happipitoisuuksia pohjanläheisissä vesissä, vaikka kerrostuneisuus olisikin heikko. Osa vesikirpuista voi hakea suojaa vähähappisuudesta. Toisaalta hapetus on lisännyt vesikirppujen määriä selvästi toisissa tutkimuksissa (Cooke ym. 2005). Näiden tutkimusten mukaan alusveden hapellisuus mahdollistaa eläinplanktonin vaeltamisen syvemmälle suojaan saalistusta.

Jungon ym. (2001) mukaan sekoittumisella voidaan vaikuttaa kasviplanktonin koostumukseen, jos kasviplanktonilajien esiintymistä rajoittaa valon puute. Jos ravinteet ovat rajoittavana tekijänä kasviplanktonille, niin sekoittuminen voi lisätä levien määriä, jos ravinnepitoisuus kasvaa sekoittumisen myötä. Kerrostuneessa järvessä päällysvedessä yhteyttäminen johtaa alhaiseen hiilidioksidipitoisuuteen ja sitä kautta korkeaan pH-arvoon. Alusvedessä on vastaavasti korkea hiilidioksidipitoisuus ja alhainen pH-arvo. Sekoittumisen myötä alusveden pH-arvo voi nousta, jolloin fosforia saatetaan alkaa vapautua sedimentistä.

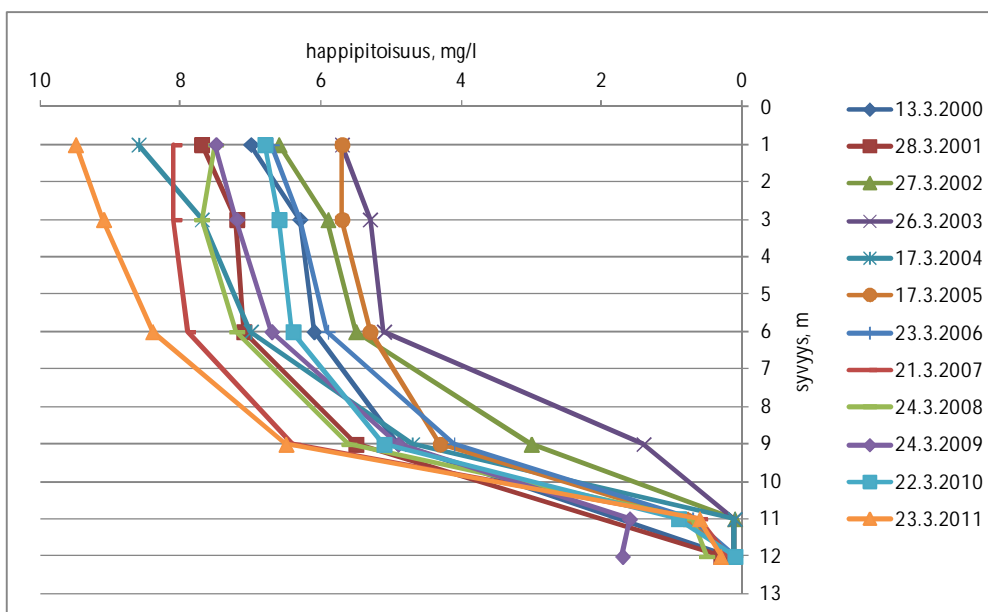
#### 6.4.2 Hapettaminen yhtenä Syvälammen kunnostusmenetelmänä

Syvälammissa on esiintynyt happikatoja sekä kesäisin että talvisin. Järven syvyydestä johtuen noin 2 – 3 m:n syvyydessä on havaittavissa kesäaikana selvä happiminimi. Tämän jälkeen happitalanne paranee ensin ja alkaa huonontua taas hiukan syvemmälle mentäessä. Laajimmillaan happikadot ovat esiintyneet jo seitsemän metrin syvyydessä.

Syvälampi kerrostuu ja sen harppauskerros sijaitsee luultavasti noin kuuden metrin syvyydessä. Kokonaisfosforipitoisuudet ovat nousseet lähes kaikkina hapettomina ajanjaksoina. Kokonaisfosforipitoisuus on määritetty 2000-luvulla lähes ainoastaan yhden metrin ja 12 m:n syvyydestä. Kun verrataan näitä arvoja toisiinsa, voidaan todeta kokonaisfosforipitoisuuden moninkertaistuminen pohjan lähellä happikadon vallitessa. Esimerkiksi vuonna 2006 syyskuussa kokonaisfosforipitoisuus oli yhden metrin syvyydessä 14 µg/l ja 12 m:n syvyydessä peräti 100 µg/l. Harppauskerros estää ravinteiden siirtymisen pinnan läheiseen veteen tiettyinä aikoina. Täyskiertojen yhteydessä vesimassa sekoittuu ja tällöin ravinteita päätyy päällysveteen. Syvälampi on meromittinen järvi (Kukkonen 2001). Tällöin järven vesi ei sen syvyydestä ja suojaisuudesta johtuen koskaan sekoitu täysin.

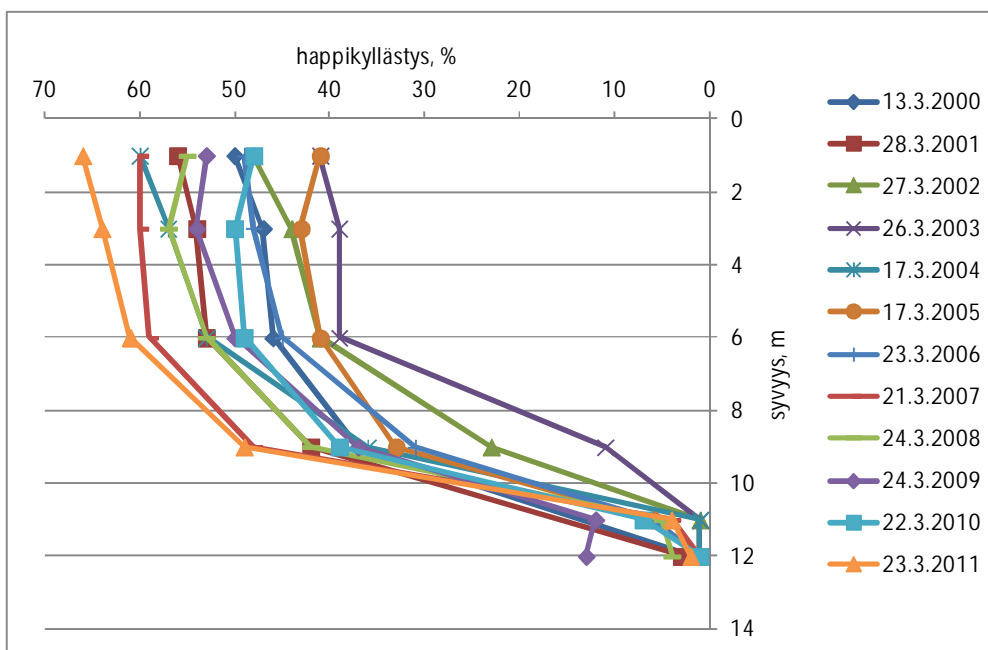
Talvisin Syvälammen happipitoisuudet ovat olleet tyydyttävällä tasolla noin kuuden metrin syvyyteen saakka, minkä jälkeen ne ovat heikentyneet selvästi. Keskimäärin 10 – 11 m:n syvyydessä happea on ollut alle 2 mg/l, jolloin fosforia voi alkaa vapautua sedimentistä (kuva 20). Syvälammen tilavuudesta noin 12 % ja alasta 42 % on tässä syvyydessä (taulukot 10 ja 11).





Kuva 20. Syvälammen happiprofiilit loppupalvisin 2000-luvulla.

Talviset happikyllästysarvot kuvastavat selvää heikentynyttä happitilannetta. Kuuden metrin syvyydessä on ollut alhaisimmillaan ainoastaan 40 % happikyllästys (kuva 21). Tämä vastaa välttävää happitilannetta.

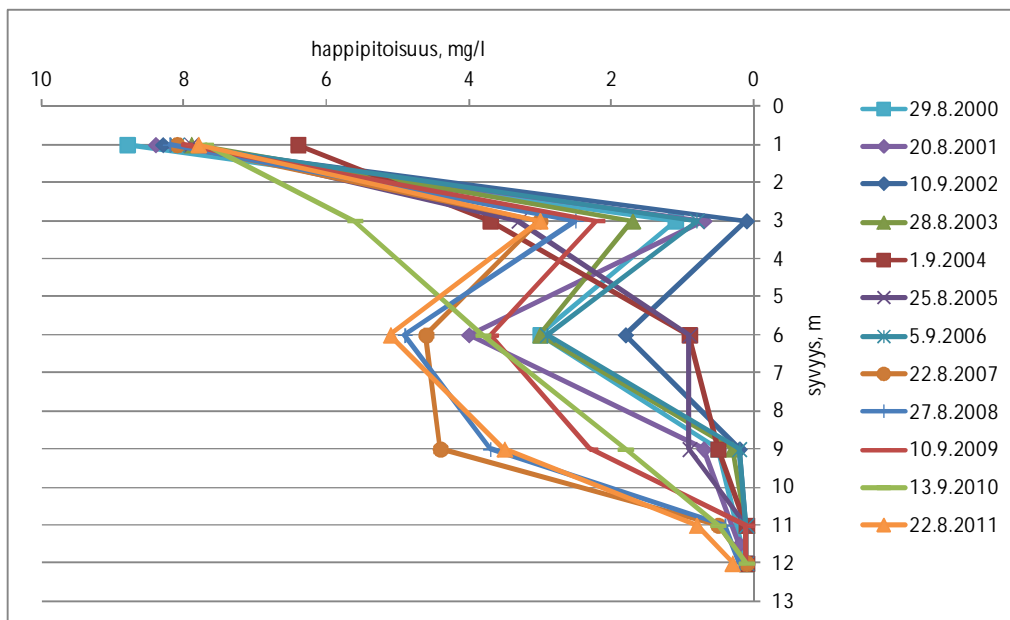


Kuva 21. Syvälammen hapen kyllästys (%) loppupalvisin 2000-luvulla.

Happipitoisuudet ovat olleet loppukesäisin hyvin alhaisia pohjanläheisessä vedessä (kuva 21). Kesäisin Syvälammen happipitoisuuksissa esiintyy happiminimi noin kolmen metrin syvyydessä. Happipitoisuus kasvaa happiminimin jälkeen ja alkaa uudestaan huonontua kuuden metrin syvyyden jälkeen. Happipitoisuus on ollut huonoimmillaan jo kuuden metrin syvyydessä alle 1 mg/l. Tällöin happipitoisuus on ollut arviolta viiden metrin syvyydessä hieman alle 2 mg/l. Ravinteita voi alkaa vapautua veteen, kun happipitoisuus laskee alle 2 mg/l. Koska Syvälampi kerrostuu, ravinteet voivat pysyä alusvedessä. Kuitenkin syystäyskierron aikana ne sekoittuvat veteen. Tämä voi

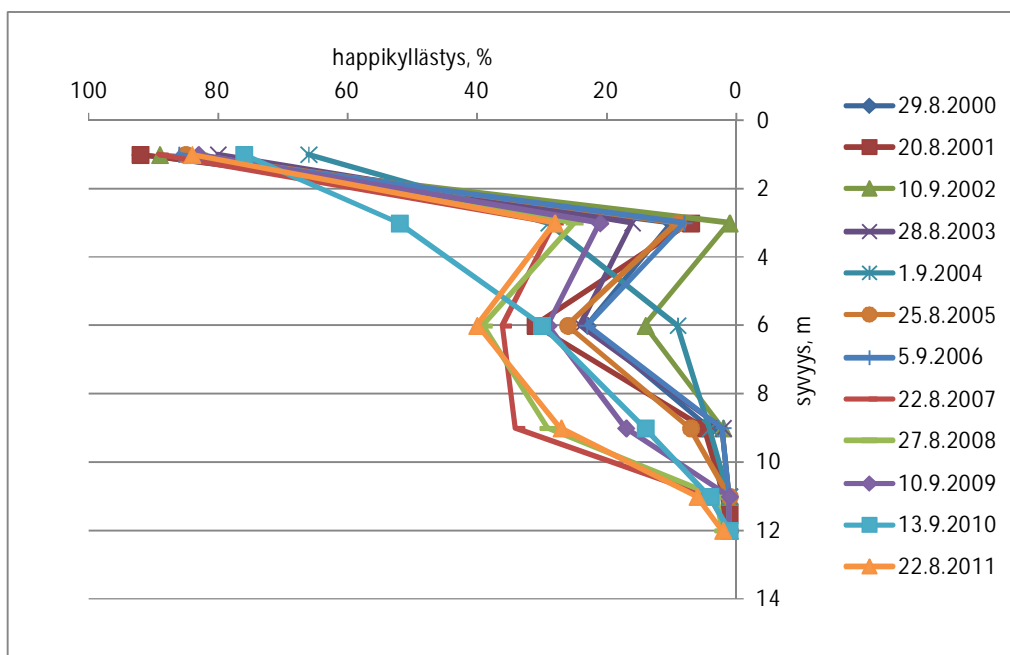
nostaa järven rehevyyttä pitemmällä aikavälillä. Tosin sekoittuminen voi olla osittaista järven meromiktisen luonteen takia. Toisaalta tällöin myös happitäydennys jää vajaaksi, jolloin ravinteita vapautuu helpommin.

Syvälammen tilavuudesta 47 % on viiden metrin syvyydestä ja sitä syvempää vettä ja 39 % kuuden metrin syvyydestä ja sitä syvempää vettä (taulukko 10). Pinta-alojen osuudet ovat vastaavilta aloilta 64 % ja 60 % (taulukko 11). Molemmat osuudet ovat hyvin merkittäviä.



Kuva 22. Syvälammen happiprofiilit loppukesäisin 2000-luvulla.

Syvälammen happikyllästysarvot kertovat samoin huonosta happitilanteesta. Kuudessa metrissä on ollut parhaimmillaankin vain 40 % happikyllästys (kuva 23).



Kuva 23. Syvälammen happikyllästys (%) loppukesäisin 2000-luvulla.

Taulukko 10. Syvälammen eri syvyysluokkien tilavuuksien osuudet.

syvyysluokka, m	tilavuus, m <sup>3</sup>	%
0 – 1	66 110,5	13
1 – 2	60 486,9	12
2 – 3	54 122	10
3 – 4	48 984,1	9
4 – 5	45 285,8	9
5 – 6	42 196,9	8
6 – 7	39 307,7	8
7 – 8	36 469	7
8 – 9	33 452,1	6
9 – 10	30 176,4	6
10 – 11	26 566,2	5
11 – 12	21 829,5	4
12 – 13	16 242,4	3
> 13	582	0
Kokonaistilavuus	521 811,5	100

Taulukko 11. Syvälammen eri syvyysluokkien pinta-alan osuudet.

syvyysluokka	ala, ha	%
>1	6,38	93
>2	5,72	84
>3	5,12	75
>4	4,70	69
>5	4,37	64
>6	4,07	60
>7	3,79	55
>8	3,50	51
>9	3,19	47
>10	2,85	42
>11	2,43	36
>12	1,95	29
>13	0,81	12
Yhteensä	6,83	100

Syvälammen hapetustarpeen selvittäminen on näillä tiedoilla vaikeaa. Periaatteessa järvessä on ollut 2000-luvulla erittäin alhaisia happipitoisuuksia sekä kesäisin että talvisin. Tällöin on ollut nähtävissä myös pohjan läheisen veden kokonaisfosforipitoisuuksien suuria arvoja, mikä kertoo sisäisestä kuormituksesta. Hapettamalla voidaan vähentää järven sisäistä kuormitusta, minkä pitäisi parantaa järven tilaa.

Syvälammen tila on tyydyttävä, erityisesti alhaisen happipitoisuuden takia. Alusvedessä esiintyy toistuvasti happikatoja. Syvälammen veden laadussa ei kuitenkaan näy selkeää muutosta heikompaan suuntaan. Samoin järven päällysveden ravinnepitoisuudet ovat vähäisiä.

Syvälampea on luonnehdittu meromiktiseksi järveksi (Kukkonen 2001). Tällaisessa järvessä vesimassa ei sekoitu kokonaan täyskiertojen aikana. Hapetuksella muutetaan tätä ominaisuutta, jolloin

järven tilassa voi tapahtua muutoksia. Siksi hapetussuunnitelmassa tulee pohtia hapetuksen vaikutukset järven tilaan sekoittumisen lisääntymisen kautta. Syvälammen happitilanne on heikko ja laskee järven käyttökelpoisuusarviota tyydyttävälle tasolle. Järvessä ei ole kuitenkaan esiintynyt kalakuolemia, eikä huonosta tilasta kertovia leväkukintoja. Näistä syistä johtuen järven kunnostamisessa ei vielä suositella hapettamista. Mutta tilan seuraaminen on erittäin tärkeää. Tällöin voidaan havaita ajoissa heikentyminen ja tarvittaessa aloittaa hapetuksen suunnittelu.

Kuitenkin olisi hyvä ottaa ylimääräinen vesinäyte esimerkiksi marraskuussa, jolloin järven veden pitäisi olla syystäyskierron seurauksena tasalämpöistä. Tällöin nähdään myös, onko pohjan läheinen vesi saanut happea pinnan läheisistä vesikerroksista tai vastaavasti onko pinnan läheiseen vesikerrokseen tullut fosforia syvemmistä vesikerroksista.

## 7 Seuranta

Syvälammen veden laatua on seurattu Korpirauhan leirikeskuksen jäteveden puhdistamon velvoitetarkkailuna.

Olisi hyvä, jos vesinäytteitä pystyttäisiin ottamaan vuosittain kolme kertaa kesässä ja kerran talvella. Jos näytteitä ei ole mahdollista ottaa montaa kertaa kesässä, niin paras ajankohta niiden ottamiselle on heinä-elokuu. Joka toinenkin vuosi tehtävä seuranta antaisi tietoa järven tilan kehityksestä. Talviaikana riittää yksi analyysi (maaliskuu), mutta happipitoisuutta kannattaisi seurata useammin. Kesällä vedestä kannattaa määrittää ainakin kokonaisfosfori- ja kokonaistypipitoisuus, klorofylli-a-pitoisuus ja happipitoisuus. Etenkin klorofylli-a-pitoisuuden määrittämisen tulisi olla jokavuotista. Klorofylli-a-pitoisuuden lisääminen velvoitetarkkailuohjelmaan kesäajalle olisi tärkeää. Olisi myös hyvä selvittää joku kesä kasviplanktonin koostumusta; kuvastaako klorofylli-a-pitoisuus sinilevien vai limalevän määrää. Myös veden pH, väri ja sameus kannattaa selvittää. Talvella näytteestä kannattaa analysoida ainakin kokonaisfosfori- ja kokonaistypipitoisuus ja happipitoisuus.

Happipitoisuuden seuranta varten voisi olla kannattavaa ostaa happimittari (liite 2). Mittarin avulla happea voidaan seurata vaikka viikoittain. Hapetta kannattaa seurata kuitenkin vähintään kerran kuukaudessa. Happi kannattaa mitata pinnasta että pohjan läheltä. Pinnanäyte kannattaa ottaa 50 – 100 cm: n syvyydestä. Hapetta voi mitata tämän jälkeen metrin välein ja kirjata lukemat ylös. Syvyyden määrittämistä varten kannattaa merkitä happimittarin kaapeliin pituus 50 cm:n välein ilmastointiteipillä. Happimittari tulee kalibroida laitteen mukana tulevien ohjeiden mukaan sekä huolehtia, että sen mittausanturissa on mittauksen onnistumiseen vaadittavia kemikaaleja. Samoin happimittarin huolto on järjestettävä laitteen ohjeiden mukaisesti.

Ylimääräistä näytteenottoa ehdotetaan marraskuulle, jotta saadaan selville sekoittuuko järven vesi kauttaaltaan ja mikä on mahdollisen sekoittumisen vaikutus veden laatuun. Tällöin tulisi määrittää ainakin happi-, kokonaisfosfori- ja rautapitoisuus sekä veden lämpötila. Määritykset olisi hyvä tehdä yhden, kolmen, kuuden ja kahdentoista metrin syvyydestä.

Ranta-asukkaiden kannattaisi sopia järven näkösyvyyden jatkuvasta seurannasta, koska näkösyvyyden seurannalla saadaan selville helposti muutokset veden laadussa. Havainnot olisi hyvä kirjata vaikka Excel-tiedostoon, jolloin eri ajankohtien välinen vertailu on helpompaa. Seurannalla pystyy havaitsemaan, jos järven tila alkaa huonontua, koska silloin myös näkösyvyysarvot alkavat laskea.

Kalaston rakennetta olisi hyvä seurata 3 – 5 vuoden välein tehtävin koekalastuksin.

Ulkoisen kuormituksen tämän hetkinen tilanne on hyvä. Järveen ei tule liikaa fosforikuormitusta. Olisi tärkeää seurata valuma-alueella tapahtuvia muutoksia. Esimerkiksi metsän hakkuut voivat aiheuttaa suuren kiintoainekuormituksen järveen ja nopeasti heikentää järven tämänhetkistä tyydyttävää tilaa.

Vesikasvillisuutta kannattaa seurata, vaikka se ei aiheuta järvessä ongelmia. Paikalliset toimijat voisivat hyvin vastata kasvillisuuden seurannasta. Tärkeää olisi merkitä vuosittain karttaan kasvillisuusrajat ja kasvilajit ja tarvittaessa tehdä tarkempia kasvillisuuskartoituksia 2 – 3 vuoden välein. Kasvustot kannattaa myös valokuvata, jolloin niiden tunnistamisen voi varmentaa asiantuntijalla.



## 8 Yhteenveto

Syvälampeen tuleva ulkoinen kuormitus on laskennallisesti arvioituna vähäistä eikä siihen kohdistu vähentämistarvetta. Erittäin tärkeää on seurata valuma-alueella tapahtuvia muutoksia ja tarvittaessa reagoida ajoissa niihin.

Kalasto on rakenteeltaan ahvenvaltainen ja siinä on tarpeeksi petokaloja. Kalaston rakenteen säilyttäminen on tällä hetkellä hyvä tavoite. On tärkeää seurata, ettei järven petokaloihin kohdistu yllättäen liikaa kalastuspainetta. Tällöin muutos kalaston rakenteessa voi äkkiä aiheuttaa veden laadun heikentymisen.

Syvälammessa esiintyy säännöllisesti happikatoja. Samoin pohjan läheisen veden kokonaisfosforipitoisuus on moninkertainen pinnan läheisen veden pitoisuuteen verrattaessa, mikä kertoo sisäisestä kuormituksesta. Hapettamalla voidaan vähentää sisäistä kuormitusta. Ennen kuin hapettamista lähdetään suosittamaan järven kunnostusmenetelmäksi, ehdotetaan otettavan ainakin yksi ylimääräinen vesinäyte marraskuussa. Tähän vuodenaikaan järven veden pitäisi olla tasalaatuista ja näytteestä pystytään päättämään, saavatko syvemmät vesikerrokset happitäydennystä pinnan läheisistä vesikerroksista ja vastaavasti kulkeutuuko fosforia pohjan läheltä kohti pintaa.

Jos Syvälammen tila alkaa heiketä, esimerkiksi leväkukintojen tai kalakuolemien esiintymisen muodossa; kannattaa miettiä hapetussuunnitelman tekemistä. Kyseisessä suunnitelmassa tulee ottaa huomioon hapetuksen vaikutus järven meromiktiseen luonteeseen. Tällä hetkellä hapetusta ei kuitenkaan nähdä vielä tarpeellisena, vaan resurssit kannattaa kohdistaa tilan seurantaan.

Kasvillisuutta ei ole tarpeen poistaa. Vesikasvillisuutta on hyvin vähän ja sen merkitys järven tilalle on luultavasti leväkukintojen esiintymistä vähentävä.

Veden laadun seuranta on erittäin tärkeää, jotta muutokset järven tilassa nähdään ajoissa. Happipitoisuuden seurantaa varten suositellaan ostettavan happimittari, jonka käytön ja huoltamisen joku paikallisista opettelee huolellisesti.

## Kirjallisuus

- Aulaskari H., Lempinen P. & Yrjänä T. 2003. Kalataloudelliset kunnostukset. Julkaisussa: Luonnonmukainen vesirakentaminen (toim. Jormola J., Harjula H. & Sarvilinna A. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. Suomen ympäristö nro 631.s. 72 – 87. ISBN 952-11-1424-X.
- Bärlund I. & Tattari S. 2001. Ranking of parameters on the basis of their contribution to model uncertainty. *Ecological Modelling*, 142 (1-2): 11 – 23.
- Cooke G. D., Welch E. B., Peterson S. A. & Nichols S. A. 2005. Restoration and management of lakes and reservoirs. Kolmas painos, Lewis Publishers. 591 s. ISBN 1-56670-625-4.
- Evans R. D. 1994. Empirical evidence of the importance of sediment resuspension in lakes. *Hydrobiologia* 284 (1) : 5–12.
- Frisk T. 1978. Järvien fosforimallit. Vesihallitus. Vesihallituksen tiedotus 146, Helsinki. 114 s. ISBN 951-46-3412-8.
- Granlund K., Rekolainen S., Grönroos J., Nikander A. & Laine Y. 2000. Estimation of the impact of fertilisation rate on nitrate leaching in Finland using a mathematical simulation model. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 80 (1-2): 1 – 13.
- Hagman A.-M. 2005. *Sida crystallinan* kesänaikainen sukkessio - kelluslehtikasvuston ja veden laadun merkitys vesikirppupopulaatiolle. Pro gradu -työ. Helsingin yliopisto. 50 s.
- Hertta 2011a. Ympäristöhallinnon tietojärjestelmä Hertta. Syvälammen vedenlaatu tiedot.
- Hertta 2011b. Ympäristöhallinnon tietojärjestelmä Hertta. Syvälammen kasviplankton- ja pohja-eläintiedot.
- Hertta 2011c. Ympäristöhallinnon tietojärjestelmä Hertta. Vesimuodostumakohtainen asiantuntija-arvio koskien Syvälampea.
- Hiltunen T., Rissanen K. ja Leinonen A. 2011. Vesi. Julkaisussa: Päivinen, J., Björkqvist, N., Karvonen, L., Kaukonen, M., Korhonen, K.-M., Kuokkanen, P., Lehtonen, H. ja Tolonen, A. (toim.). 2011. Metsähallituksen metsätalouden ympäristöopas. Metsähallitus, Vantaa. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 67. 162 s. ISBN 978-952-446-925-8.
- Hinkkanen K. 2006. Kuivakäymälän hoito ja käymäläjätteen käsittely. Käymäläseura Huussi ry, Tampere. 10 s. ISBN 952-91-9985-6.
- Huttunen M., Huttunen I. & Vehviläinen B. 2008. Vesistömallin vedenlaatuosio, vesistömallikoulutus 12.2.2008. Lainattu vesistömallijärjestelmän Internet-sivuilta 15.3.2010.
- Hyytiäinen U.-M. 2000. Tarkkaile kotijärveäsi. Havaitse ajoissa haitallinen rehevöityminen. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 9 s. [Julkaisematon moniste].
- Jeppesen E. & Sammalkorpi I. 2002. Lakes. Julkaisussa: Perrow M. R. & Davy A. J. (toim.). Handbook of ecological restoration. Cambridge University Press, New York. s. 297 – 324. ISBN 0-521-79129-4.
- Jungo E., Visser P. M., Stroom J. & Mur L. R. 2001. Artificial mixing to reduce growth of the blue-green alga *Microcystis* in Lake Nieuwe Meer, Amsterdam: an evaluation of 7 years of experience. *Water Science and Technology: Water Supply* 1 (1): 17 – 23.
- Kukkonen J. 2001. Siuntion Syvälammen vedenlaadun kehitys vuosina 1992 – 2001. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry, Lohja. Tutkimusraportti 25/2001. 17 s.

- Kurkilahti M. & Rask M. 1999. Verkkokoekalastukset. Julkaisussa: Böhling P. & Rahikainen M. (toim.), Kalataloustarkkailu, periaatteet ja menetelmät. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki, s. 151 – 161. ISBN 951-776-187-2.
- Lappalainen K. M. 1990. Kunnostuksen ja hoidon ekologiset perusteet. Julkaisussa: Ilmavirta V. (toim.), Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet. Yliopistopaino, Helsinki. s. 45 – 53. ISBN 951-570-051-5.
- Lappalainen K. M. & Lakso E. 2005. Järvien hapetus. Julkaisussa: Ulvi T. & Lakso E. (toim.), Järvien kunnostus. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. Ympäristöopas 114. s.151 – 168. ISBN 951-37-4337-3.
- Levähaittarekisteri. 2011. Tiedot koskien Syvälampea. Haettu 14.9.2011.
- Mattsson T., Finér L., Kortelainen P. & Sallantausta T. 2003. Brook water quality and background leaching from unmanaged forested catchments in Finland. *Water, Air and Soil Pollution* 147 (1 – 4): 275 – 297.
- Perrow M. R., Jowitt A. D. J., Stansfield J. H. & Phillips G. L. 1999. The practical importance of the interactions between fish, zooplankton and macrophytes in shallow lake restoration. *Hydrobiologia* 395–396: 199 – 210.
- Päivinen, J., Björkqvist, N., Karvonen, L., Kaukonen, M., Korhonen, K-M., Kuokkanen, P., Lehtonen, H. ja Tolonen, A. (toim.). 2011. Metsähallituksen metsätalouden ympäristöopas. Metsähallitus, Vantaa. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 67. 162 s. ISBN 978-952-446-925-8.
- Rekolainen S., Pitkänen H., Bleeker A. & Siettske F. 1995. Nitrogen and phosphorus fluxes from Finnish Agricultural Areas to the Baltic Sea. *Nordic Hydrology* 26 (1): 55 – 72.
- Saarijärvi E. 2001. Siuntion Syvälammen fosforitaseet vuodelle 2001 ja kunnostuksen pääpiirteet. Vesi-Eko Oy, Kuopio. [Julkaisematon raportti].
- Swingle H. 1950. Relationship and dynamics of balanced and unbalanced fish populations. Alabama agricultural experiment station. Bulletin 274. 44 s.
- Tattari S., Bärlund I., Rekolainen S., Posch M., Siimes K., Tuhkanen H-R. & Yli-Halla M. 2001. Modeling field scale sediment yield and phosphorus transport in Finnish clayey soils. *Transactions of the ASAE* 44 (2): 297 – 307.
- Valjus J. 2010. Korpisrauhan leirikeskukseen jäteveden puhdistamon vesistötarkkailu 2010. Syyskuun tulokset. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry, Lohja. Väliraportti 2/2010. 5 s.
- Vehviläinen B. & Huttunen M. 2001. Hydrological forecasting and real time monitoring in Finland: the watershed simulation and forecasting system (WSFS). 27 s. Haettu 15.3.2010 vesistömallijärjestelmän ohjeista -> yleiskuvaus mallista.
- VEPS-järjestelmä: 22.5.2006 (päivitetty) [www.ymparisto.fi/palvelut](http://www.ymparisto.fi/palvelut) > Tietojärjestelmät ja aineistot > Vesistökuormituksen arviointi- ja hallintajärjestelmä VEPS. [viitattu 19.1.2012]
- Vollenweider R. A. 1976. Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. *Memorie dell'istituto italiano di idrobiologia* 33 (2): 53 – 83.
- Wetzel R. G. 2001. Limnology. Lake and river ecosystems. Academic Press. 1006 s. ISBN 0-12-744760-1.
- Ympäristöhallinto. 2012a. Internet-sivut koskien kalakuolemia. [www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi) > [www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi) > Ympäristön tila > Rehevöityminen > Happikato > Kalakuolemat. Päivitetty 7.10.2011, viitattu 2.2.2012.

Ympäristöhallinto. 2012b. Internet-sivut koskien happikatoa. [www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi) > Ympäristön tila > Rehevöityminen > Happikato. Päivitetty 14.12.2011, viitattu 2.2.2012.

Ympäristöhallinto. 2012c. Internet-sivut koskien metsätalouden vesiensuojelua. [www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi) > Vesivarojen käyttö > Vesistöjen kunnostus ja hoito > Jokien kunnostus > RiverLife-jokitietopaketti > Menetelmiä jokien hoitoon > Maankäytön vesiensuojelumenetelmiä > Metsätalouden vesiensuojelu. Päivitetty 12.8.2011, viitattu 2.2.2012.

## Liite 1.

## VEPS-järjestelmä

**Seuraava teksti on lainattu VEPS:istä**

## Johdanto

Suomen ympäristökeskuksessa on kehitetty vesistökuormituksen arviointiin VEPS-järjestelmä (<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=185329&lan=FI>), jonka avulla voidaan arvioida 3. jakovaiheen vesistöalueilla eri kuormituslähteiden suuruutta. Vesistöt on jaettu Suomessa 74 pää-vesistöalueeseen, jotka jakautuvat osa-alueiksi (1. jakovaihe). Nämä taas jakautuvat yhä pienemmiksi (2. jakovaihe) ja pienemmiksi (3. jakovaihe). Neljäs jakovaihe vastaa järven omaa valuma-aluetta.

VEPS-järjestelmä arvioi pistekuormituksen, maatalouden, metsätalouden, luonnonhuuhtouman, laskeuman ja haja-asutuksen aiheuttaman kuormituksen. VEPS:llä voidaan arvioida kokonaistypen ja -fosforin kuormat vuositasona ( $\text{kg/km}^2/\text{a}$ ).

Erityisen tärkeää on muistaa, että VEPS-järjestelmä pystyy tuottamaan ainoastaan suuntaa-antavaa tietoa eri hajakuormituslähteiden suuruudesta. Maankäyttömuodot saadaan 3. jakovaiheen vesistöalueiden tarkkuudella, kun taas useimmat käytetyt laskentamenetelmät on arvioitu suurempien alueiden aineistojen (esim. metsätilastolliset toimenpiteet) perusteella. Laskennoissa käytetyt regressiokaavat (esim. luonnonhuuhtouma), suorat mittaushavainnot (esim. laskeuma) sekä mallinnustulokset (esim. maatalous) perustuvat suhteellisen suppeaan aineistoon, joka on alueellistettu kattamaan kaikki 3. jakovaiheen vesistöalueet. VEPS ei huomioi ravinteiden sedimentoitumista vesistöihin. Tuloksiin on syytä suhtautua kriittisesti ja hyödyntää tulosten tulkinnassa paikallista asiantuntemusta, HERTTATietojärjestelmän vedenlaatutietoa ja karttapohjaista taustaineistoa alueen hydrologisista ja morfologisista tekijöistä. Vertailu muiden mallityökalujen antamiin tuloksiin on erittäin suotavaa.

## Pistekuormitus

Pistekuormituksen osalta VEPS-järjestelmän lähtötiedot perustuvat Valvonta ja kuormitustietojärjestelmän (VAHTI) tuottamiin laitospohjaisiin tietoihin. VAHTI on osa Ympäristönsuojelun tietojärjestelmää (YSL 27§) ja siihen tallennetaan tietoja mm. ympäristölupavelvollisten luvista ja päästöistä vesiin ja ilmaan sekä jätteistä. Tietojärjestelmä tuottaa perustiedot valtakunnantason ympäristökuormituksesta ilmaan ja vesiin sekä jätetiedot. Tietojärjestelmä sisältää ympäristökuormitustietoja 1970-luvulta lähtien. Sektori- (jätevesi, ilma, jäte) ja parametrisoituneita tietojen esiintymisen vaihtelee runsaasti. Tietojen luotettavuus aikasarjoissa vaihtelee. Ympäristökuormitustiedot ilmoitetaan yleisesti vuosiarvoina, eräiden tietojen osalta kuitenkin kuukausiarvoina. Toimialoja ovat: asutus, jätteenkäsittely, kalankasvatus, saastuneet maa-alueet, teollisuus ja liikenne. Liikenteellä tarkoitetaan lentokenttien jätevesiä. VAHTI-järjestelmään ei ole kattavasti tallennettu vuosikuormituksia turvetuotantoalueista, kaatopaikoista, turkistarhoista ja karjasuojista.

## Peltoviljelyn kuormitus

Peltoviljelyn aiheuttaman fosforikuormituksen laskenta perustuu matemaattisella ICECREAM-mallilla (Tattari et al., 2001; Bärlund ja Tattari, 2001) laskettuihin kuormituslukuihin. Kokonaistyyppi-kuorma perustuu VEPS1-version SOIL-N simulointituloksiin (Granlund et al., 2000). ICECREAM-simulointiajot on tehty viiden, eri puolella Suomea sijaitsevan ilmastoaseman vuosien 1990-2000 meteorologisten havaintojen perusteella. Vesistöalueen kuormituksen laskennassa käytetty ilmasto-asema on valittu lähinnä aseman läheisyyden perusteella. Kuormitustulokset edustavat pitkäaikaisista (10 v.) keskimääräistä kuormitusta, eikä tuloksia voida käyttää esim. hydrologisesti erilaisien vuosien kuormitusarviointiin.



Peltojen kasvilajitietona on käytetty TIKEn v. 2002 kuntatilastoista saatuja kasvitietoja ja maalajitieto perustuu Viljavuuspalvelun peltojen pintamaan maalaji-tietoon. Kullekin kunnalle on määritetty aineiston perusteella vallitseva maalaji, kun taas kasvitiedoista on laskettu kunkin kasvilajin prosenttiosuuden mukaan ns. alueella kasvava keskimääräinen kasvi. Näiden tietojen perusteella on laskettu peltojen kaltevuustiedon avulla (DEM, 25 x 25 m) kullekin 3. jakovaiheen vesistöalueelle ominaiskuormitusarvio hyödyntäen edellä mainittuja mallituloksia. Pitkäaikaisista seurantaprojek-teista ja maatalouskoekenttien tuloksista on laskettu suhteellisen laajat vaihteluvälit sekä fosforin että typen kuormitukselle ja simuloidut kuormitusarviot on skaalattu tähän vaihteluväliin (Rekolai-nen et al, 1995).

#### Metsätalouden kuormitus

Metsätaloustoimenpiteiden vesistökuormitus lasketaan VEPS-järjestelmässä metsätilastojen ja eri tutkimuksista saatujen metsätalouden toimenpiteiden ominaishuuhtoutuma-arvojen avulla. Vuotui-set metsätalouden toimenpidetiedot on saatu Metsäntutkimuslaitokselta. Kuormituslaskelmat teh-tiin erikseen ojituksen, kunnostusojituksen, raskaasti muokattujen uudistushakkuiden, kevyemmin muokattujen uudistushakkuiden, kivennäismaiden typpilannoituksen ja turvemaiden fosforilannoit-tuksen fosfori- ja typpihuuhtoutumista.

Vaikka myös muista toimenpiteistä, kuten muokkaamattomista uudistushakkuista ja metsäteiden rakentamisesta voi tulla kuormitusta, katsottiin se tässä tarkastelussa merkityksettömäksi valuma-alueittakaavassa.

Metsäkeskuksittain ilmoitettu metsätilastotieto on muunnettu koskemaan kuutta pää-vesistöaluetta: 4= Vuoksen vesistöalue, 14= Kymijoen vesistöalue, 35= Kokemäenjoen vesistö-alue, 59= Oulujoen vesistöalue, 65= Kemijoen vesistöalue ja 67= Tornionjoen- ja Muonionjoen vesistöalue. Tämän lisäksi laskettiin erikseen Suomenlahteen, Saaristomereen, Selkämereen, Perämereen, Vienanmereen ja Jäämereen laskevien pienempien vesistöjen kuormitus. Toimenpi-teiden määrien oletettiin jakautuvan tasaisesti koko metsäkeskuksen maapinta-alalle. Vesistöalu-een tai vesistöaluejoukon (esim. Suomenlahteen laskevat pienet vesistöalueet) kokonaiskuormitus metsätaloudesta jaetaan tasaisesti koko vesistöalueen metsätalousmaalle. VEPS-järjestelmä käyt-tää tätä lukua osa-alueiden kuormituksena. Yksittäisen kuormittavan tapahtuman vaikutuksen oletettiin eräin poikkeuksin kestävän 10 vuotta.

#### Luonnonhuuhtouma

Luonnonhuuhtoumalla ymmärretään metsämaaperästä, soilta ja pelloilta luonnontilassa vesistöihin joutuvaa kuormitusta. VEPSissä kokonaisravinteiden luonnonhuuhtouma arvioidaan perustuen 42 luonnontilaiselta, pieneltä valuma-alueelta mitattuun keskimääräiseen huuhtoumaan Suomen eri osissa (Mattson et al., 2003 ja Kortelainen et al., in prep.). Tässä tehtävä yleistys perustuu siihen, että kokonaisravinteiden huuhtoutuminen riippuu turvemaiden osuudesta valuma-alueilla.

Erityisesti kivennäismaavaltaisilla alueilla (joilla turvemaiden osuus < 30 %) luonnonhuuhtoumassa Etelä- ja Pohjois-Suomen välillä on tasoero. Etelä-Suomessa typen luonnonhuuhtoumaa lisää mm. viljavampi maaperä ja korkeampi typpilaskeuma. Turvemaavaltaisilla alueilla (> 30 %) aineiston hajonta on merkittävää eikä selkeää eroa maan eri osien välillä voitu havaita. Turvemai-den/kivennäismaiden osuutta valuma-alueesta käytetään laskennassa siis indeksinä, johon integ-roituu monien muidenkin tekijöiden, mm. ilmaston ja hydrologian osuutta alueellisesta vaihtelusta.

#### Laskeuma

Suomen ympäristökeskus (SYKE) mittaa kansallisena seurantaohjelmanä sadeveden ainepitoi-suuksia ja kokonaislaskeumaa (ns. bulk-laskeuma), joka koostuu sateen mukana tulevasta märkä-laskeumasta sekä keräimeen laskeutuvista leijuvista hiukkasista eli kuivalaskeumasta. Suurin osa laskeumanäytteen ilmaperäisistä epäpuhtauksista on yleensä märkälaskeumasta peräisin. Koko

maan kattavassa asemaverkossa mittausasemat on pääosin sijoitettu haja-asutusalueille. Näillä mittausalueilla ei ole merkittäviä pistemäisiä ilman epäpuhtauksien päästölähteitä, joten mittauksilla on pyritty havainnoimaan ns. tausta-alueille sateen mukana tulevan ainekuormituksen perustaso. SYKE mittaa tällä hetkellä kokonaislaskeumaa 14 havaintoasemalla. VEPSin laskeumatiedot perustuvat näihin mittauksiin. VEPS:ssä kullekin aluekeskukselle on määritetty ominaislaskeuma perustuen alueella sijaitsevien laskeumaseuranta-asemien vuotuisiin laskeumakeskiarvoihin. Kukin 3. jakovaiheen vesistöalueen ominaiskuormitusarvo on arvioitu näiden tietojen perusteella.

Laskeuman vuotuiset vaihtelut sekä alueelliset erot voivat olla suuria, kokonaistypen laskeuma-arvot vaihtelevat 188 – 1042 mg /m<sup>2</sup> /a ja kokonaisfosforin 4 – 25 mg /m<sup>2</sup> /a. Vaihtelua voi aiheuttaa sadannan vuosien väliset ja vuoden sisäiset vaihtelut sekä typen osalta myös päästöjen vähentyminen viimeisen 10 – 15 vuoden aikana. Korkeimmat laskeuma-arvot mitataan Etelä- ja Länsi-Suomessa, missä Suomen omien päästöjen ja kaukokulkeuman vaikutus on suurin. Laskeuma-arvot, erityisen typen osalta, pienenevät pohjoista kohti mentäessä kun etäisyys suurempiin päästöalueisiin kasvaa.

#### Turvetuotannon kuormitus

Turvetuotantolaitosten perustiedot löytyvät VAHTI-tietojärjestelmästä, mutta toistaiseksi päästötiedot puuttuvat järjestelmästä. Kuormitustiedot on tarkoitus päivittää VAHTI-tietojärjestelmään v. 2004 aikana. Toistaiseksi, tietojen puuttuessa, kuormitus on VEPS:ssä arvioitu laskennallisesti ominaiskuormitusarvioiden avulla. Nykyisessä VEPS-järjestelmässä turvetuotantoalueiden sijainti ja laajuus arvioidaan satelliittikuviin pohjautuvasta maankäyttö- ja puustotulkinnasta. Kuormituksen laskennassa käytetään turvetuotannon ominaiskuormituksen oletusarvona 0,27 kg/ha/a fosforille ja 10 kg/ha/a typelle. Turvetuotannon aiheuttamalle vesistökuormitukselle on ominaista suuret vuotuiset vaihtelut johtuen tuotannon vaiheesta ja valuntaolosuhteista. Turpeen erilainen laatu ja kuitatusvesien erilaiset käsittelymenetelmät aiheuttavat myös eroja kuormituksessa.

#### Haja-asutuksen kuormitus

Uudessa VEPS:ssä haja-asutustiedot perustuvat vuoden 2000 tilastoihin (Rakennus- ja huoneistorekisteri 2000). Tilastoista ilmenee viemäriverkostoon liittymättömien asukkaiden ja asuinhuoneistojen määrä haja-asutusalueilla ja taajamissa.

Haja-asutuksen ominaiskuormitusarvio perustuu tutkimustuloksiin varustetasoltaan erilaisten haja-asutusten kuormituksesta. Vesistökuormitusta vähentävänä tekijänä luvuissa on lisäksi jo otettu huomioon arvioitu keskimääräinen jäteveden purkupaikan etäisyys vesistöstä.

Käytetyistä yleistyksistä johtuen näitä ominaiskuormituslukuja on käytettävä varoen, erityisesti kun arvioidaan vesistökuormitusta pienillä, 3. jakovaiheen vesistöalueilla.

#### Hulevesien kuormitus

Rakennettu ympäristö muuttaa vesistöjä ja lähiympäristön vesiolosuhteita merkittävästi. Kaupunkiympäristössä kadut, pihat ja katot estävät veden imeytymisen maahan ja syntynyt hulevesi aiheuttaa maa-aineksen, ravinteiden, metallien ja haitallisten aineiden huuhtoutumista. VEPS:ssä hulevesien aiheuttamaa ravinnekuormaa arvioidaan havaittujen laskeumatietojen perusteella. Järjestelmässä oletetaan, että 20 %:ia laskeuman typpi- ja fosforikuormasta kulkeutuu vesistöihin hulevesien mukana. VEPS-järjestelmän hulevesien ravinnepäästöjen laskentamenetelmä on epätarkka ja tuloksiin on syytä suhtautua varauksella.

Lähde: Hertta/Oiva > Ympäristön kuormitus > Vesistökuormitusarviot (VEPS) > laskentaperusteet

## Liite 2.

### Hapen mittaus happimittarilla – tarkemmat ohjeet

#### **Yleistä mittarin käsittelystä**

Happimittaria tulee käsitellä huolella ja varovaisesti. Laite sisältää pieniä osia, jotka voivat mennä rikki tai vääntyä. Kaapeli ruuvataan mittariin kiinni ilman voimaa. Kaapelin ei tule antaa venyä. Mittausanturissa on usein vaihdettava kalvo tai kemiallista liuosta. Luotettavan mittaustuloksen saamiseksi kalvon tulee olla ehjä ja / tai anturissa tulee olla kemikaaliliuosta. Anturin avaaminen esimerkiksi kemikaalien lisäyksen tai kalvon vaihdon yhteydessä on tehtävä varovaisesti. Yleensä tällaiset toimet kannattaa tehdä kuivalla maalla eikä veneessä mittauspaikalla.

#### **Mittauspaikat**

Happea kannattaa mitata useasta paikasta, jotta nähdään riittääkö laitteiden teho ilmastamaan koko järven alusveden. Mittauspaikkojen syvyydet tulee määrittää ennen ensimmäistä hapen mittausta esim. edellisenä päivänä laskemalla jokin paino narun varassa pohjaan. Tämän jälkeen mittausta paikkojen syvyydet kannattaa merkitä karttaan. Määrittämällä mittausta paikkojen syvyydet etukäteen, voidaan arvioida milloin anturi on lähellä pohjaa ja / tai onko se pohjassa.

#### **Mittaus**

Happimittarin käyttö on pääsääntöisesti hyvin helppoa. Syvyyden määrittämistä varten kannattaa merkitä happimittarin kaapeliin pituus metrin välein ilmastointiteipillä. Mittausanturi lasketaan haluttuun syvyyteen ja odotetaan, kunnes mittarin antama lukema vakiintuu. Mittaus tehdään pinnasta pohjaa kohti. Tällöin estetään pohjasedimentin sekoittuminen vesimassaan, jos anturi vahingossa osuu pohjaan. Anturin osuminen pohjaan aiheuttaa sedimentin pölyämistä, mikä voi näkyä hapettomuutena. Jos anturi osuu pohjaan, on hyvä vaihtaa mittausta paikkaa muutaman metrin päähän. Ensimmäinen mittaus kannattaa tehdä yhden metrin syvyydestä. Tämän jälkeen mittauksia voi tehdä metrin välein ja kirjata lukemat ylös. Tämä helpottuu jos mittausta tekee kaksi henkilöä. Mittaajan vaihtuessa edellisen mittaajan kannattaa opastaa seuraajansa mittarin käyttöön.

#### **Kalibrointi**

Happimittarin kalibroinnin voi joidenkin mittareiden kohdalla tehdä itse tai laitteen voi lähettää kalibroitavaksi. Jos kalibrointi tehdään itse, tulee se tehdä kyseisen laitteen mukana tulevien ohjeiden mukaan. Kalibroinnissa pitää tarkistaa, että anturin kalvo on ehjä ja / tai että siinä on riittävästi kemikaaliliuosta.

#### **Huolto**

Happimittarin huolto on järjestettävä tarvittaessa laitteen ohjeiden mukaisesti.

Julkaisusarjan nimi ja numero <b>Raportteja 28/2012</b>				
Vastuualue <b>Ympäristö ja luonnonvarat</b>				
Tekijät <b>Anne-Marie Hagman</b>		Julkaisuaika <b>Huhtikuu 2012</b>		
		Julkaisija <b>Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus</b>		
		Hankkeen rahoittaja/toimeksiantaja <b>Siuntion kunta ja Uudenmaan ELY-keskus</b>		
Julkaisun nimi <b>Siuntion Syvälammen kunnostussuunnitelma</b> Siuntion kuntakohtainen järvikunnostusohjelma				
Tiivistelmä <p>Siuntion kuntakohtainen järvikunnostusohjelma aloitettiin vuonna 2007 Karhujärvestä. Tällöin Karhujärvelle tehtiin kunnostussuunnitelma, johon kuului perustilan selvitys ja laskennallinen kuormitus selvitys. Hanketta jatkettiin vuosina 2008 - 2010 tekemällä vastaavanlainen selvitys Tjusträskille ja Vikträskille. Ohjelmaa jatkettiin vuonna 2011 valitsemalla uudeksi kohteeksi Syvälampi ja tekemällä tälle perustilan selvitys. Vuonna 2012 Syvälammele tehtiin kuormitus selvitys ja siihen ja perustilan selvitykseen pohjautuva kunnostussuunnitelma.</p> <p>Syvälampeen tuleva ulkoinen kuormitus on laskennallisesti arvioituna vähäistä eikä siihen kohdistu vähentämistarvetta. Erittäin tärkeää on seurata valuma-alueella tapahtuvia muutoksia ja tarvittaessa reagoida ajoissa niihin. Kalasto on rakenteeltaan ahvenvaltainen ja siinä on tarpeeksi petokaloja. Kalaston rakenteen säilyttäminen on tällä hetkellä hyvä tavoite. Kasvillisuutta ei ole tarpeen poistaa. Vesikasvillisuutta on hyvin vähän ja sen merkitys järven tilalle on luultavasti leväkukintojen esiintymistä vähentävä.</p> <p>Syvälammissa esiintyy säännöllisesti happikatoja. Samoin pohjan läheisen veden kokonaisfosforipitoisuus on moninkertainen pinnan läheisen veden pitoisuuteen verrattaessa, mikä kertoo sisäisestä kuormituksesta. Hapettamalla voidaan vähentää sisäistä kuormitusta. Ennen kuin hapettamista lähdetään suosittelemaan järven kunnostusmenetelmäksi, ehdotetaan otettavan ainakin yksi ylimääräinen vesinäyte marraskuussa.</p> <p>Jos Syvälammen tila alkaa heiketä, esimerkiksi leväkukintojen tai kalakuolemien esiintymisen muodossa; kannattaa miettiä hapetus-suunnitelman tekemistä. Kyseisessä suunnitelmassa tulee ottaa huomioon hapetuksen vaikutus järven meromiktiseen luonteeseen. Tällä hetkellä hapetusta ei kuitenkaan nähdä vielä tarpeellisenä, vaan resurssit kannattaa kohdistaa tilan seurantaan.</p> <p>Veden laadun seuranta on erittäin tärkeää, jotta muutokset järven tilassa nähdään ajoissa. Hapipitoisuuden seurantaa varten suositellaan ostettavan happimittari, jonka käytön ja huoltamisen joku paikallisista opettelee huolellisesti.</p>				
Asiasanat Syvälampi, Siuntio, vesistöjen kunnostus, järvet, rehevöityminen, kuormitus, seuranta				
ISBN (painettu)	ISBN (PDF)	ISSN-L	ISSN (painettu)	ISSN (verkkojulkaisu)
	978-952-257-488-6	2242-2846		2242-2854
Kokonaissivumäärä		Kieli	Hinta (sis. alv 8%)	
41		suomi	-	
Julkaisun myynti/jakaja  Julkaisu on saatavana vain verkossa: <a href="http://www.ely-keskus.fi/uusimaa/julkaisut">www.ely-keskus.fi/uusimaa/julkaisut</a> ja <a href="http://www.doria.fi/ely-keskus">www.doria.fi/ely-keskus</a>				
Julkaisun kustantaja				
Painopaikka ja -aika				

## PRESENTATIONSBLAD

Publikationens serie och nummer <b>Rapporter 28/2012</b>				
Ansvarsområde <b>Miljö och naturresurser</b>				
Författare <b>Anne-Marie Hagman</b>		Publiceringsdatum <b>April 2012</b>		
		Utgivare <b>Närings-, trafik- och miljöcentralen i Nyland</b>		
		Projektets finansiär/uppdragsgivare <b>Sjundeå kommun och Närings-, trafik- och miljöcentralen i Nyland</b>		
Publikationens titel <b>Siuntion Syvälammen kunnostussuunnitelma</b> Siuntion kuntakohtainen järvikunnostusohjelma (Istandsättningsplan för Syvälampi, Programmet för istandsättning av sjöar i Sibbo)				
Sammandrag <p>Sjundeå kommun har deltagit i programmet för istandsättning av sjöar i kommunerna sedan 2007 då en istandsättningsplan, inklusive tillstånds- och belastningsutredning, för Björnträsket utarbetades. Samarbetet fortsatte åren 2008-2010 med motsvarande utredningar för Tjusträsket och Vikträsk och år 2011 med en utredning av tillståndet i Syvälampi. År 2012 beräknades belastningen på träsket och utgående från den och tillståndsutredningen utarbetades en istandsättningsplan.</p> <p>Beräkningen av den yttre belastningen på Syvälampi visar på en rätt liten belastning som inte behöver åtgärdas. Däremot är det av ytterst stor vikt att följa med eventuella förändringar inom avrinningsområdet och reagera på dem i tid. Sjöns fiskbestånd domineras av abborre och andelen rovfisk är tillräckligt stor. Vikten av att bibehålla fiskbeståndsstrukturen betonas. Det är inte nödvändigt att avlägsna vegetation. Vattenvegetationen i sjön är sparsam och har troligtvis en reducerande inverkan på förekomsten av blågrönalgbloomingar.</p> <p>Syrebrist förekommer regelbundet i Syvälampi. Dessutom är fosforhalten i det bottenära vattenskiktet mångfaldig jämfört med halten i ytvattnet, vilket visar på inre belastning. Denna kan minskas genom syrsättning. I rapporten föreslås att ett vattenprov tas åtminstone en gång till i november innan en syrsättningsplan rekommenderas.</p> <p>Behovet av att göra upp en syrsättningsplan bör övervägas om tillståndet i Syvälampi försämras, t ex så att blågrönalgbloomingar eller fiskdöd noteras. Då ska syrsättningens inverkan på sjöns meromiktiska natur beaktas. I dag är det inte nödvändigt med syrsättning, utan resurserna ska hellre användas till att följa upp tillståndet i träsket.</p> <p>Det är ytterst viktigt att vattenkvaliteten följs upp så att istandsättningens påverkan noteras i tid. Syrsättningen bör likaså följas upp och för det rekommenderas en syrgasmätare som någon ortsbo åtar sig att lära sig använda och sköta rätt.</p>				
Nyckelord <b>Syvälampi, Sjundeå, restaurering av vattendrag, sjöar, eutrofiering, belastning, uppföljning</b>				
ISBN (tryckt)	ISBN (PDF)	ISSN-L	ISSN (tryckt)	ISSN (webbpublikation)
	978-952-257-488-6	2242-2846		2242-2854
Sidantal		Språk		Pris (inneh. moms 8%)
41		finska		-
Beställningar/distribution  Publikationen finns endast på webben: <a href="http://www.ely-centralen.fi/nyland/publikationer">www.ely-centralen.fi/nyland/publikationer</a> och <a href="http://www.doria.fi/ely-centralen">www.doria.fi/ely-centralen</a>				
Förläggare				
Tryckeri, ort och tidpunkt				

Siuntion kuntakohtainen järvikunnostusohjelma aloitettiin vuonna 2007 Karhujärvestä. Tällöin Karhujärvelle tehtiin kunnostussuunnitelma, johon kuului perustilan selvitys ja laskennallinen kuormitus selvitys. Hanketta jatkettiin vuosina 2008 - 2010 tekemällä vastaavanlainen selvitys Tjusträskille ja Vikträskille. Ohjelmaa jatkettiin vuonna 2011 valitsemalla uudeksi kohteeksi Syvälampi ja tekemällä tälle perustilan selvitys. Vuonna 2012 Syvälammelle tehtiin kuormitus selvitys ja siihen ja perustilan selvitykseen pohjautuva kunnostussuunnitelma.

**RAPORTEJA 28 | 2012**

**SIUNTION SYVÄLAMMEN KUNNOSTUSSUUNNITELMA**

**SIUNTION KUNTA KOHTAINEN JÄRVIKUNNOSTUSOHJELMA**

**Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus**

**ISBN 978-952-257-488-6(PDF)**

**ISSN-L 2242-2846**

**ISSN 2242-2854 (verkkojulkaisu)**

**URN:ISBN:978-952-257-488-6**

**[www.ely-keskus.fi/julkaisut](http://www.ely-keskus.fi/julkaisut) | [www.doria.fi/ely-keskus](http://www.doria.fi/ely-keskus)**